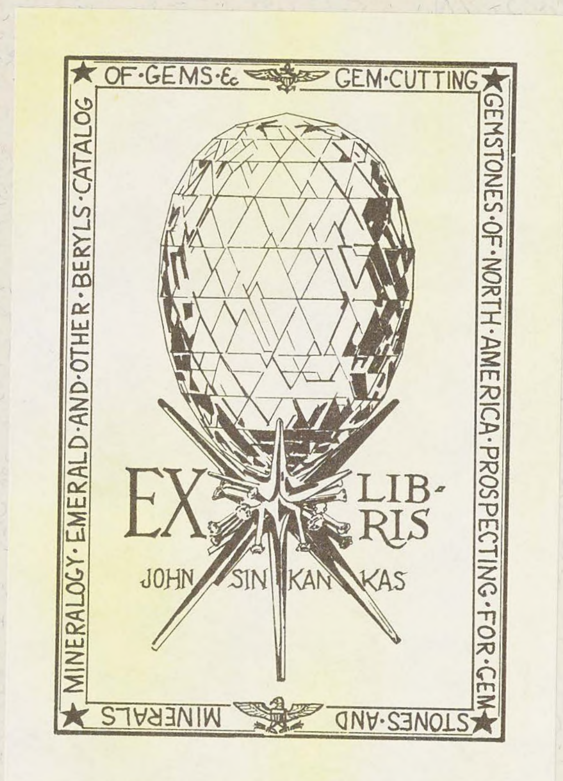
Cat 3.00 6/10/72
HØST Copenhagen



STENRIGET OG FJELDLÆREN.

JSL
RTL013888

STENRIGET OG FJELDLÆREN

AF

Dr. THEODOR KJERULF.

1. OM STENE OG BERGARTER. 2. JORDSKORPENS SAMMENFØINING.
3. NORGES FJELDBYGNING.

MED 400 I TEXTEN TRYKTE TRÆSNIT SAMT ET FARVETRYKT KART.

UDGIVET EFTER OPFORDRING OG MED UNDERSTØTTELSE AF DEN KONGELIGE NORSKE REGJERINGS DEPARTEMENT FOR DET INDRE.

TREDIE OMARBEIDEDE UDGAVE.

KRISTIANIA.
P. F. STEENSBALLE.
1878.

TRYKT HOS A. W. BRØGGER.

Forord.

Til det med denne forøgede og tildels omarbeidede udgave følgende noget rigeligere udstyr med træsnit, som er overtaget af forlæggeren, har forfatteren kunnet føie i fremstillingen af Norges forholde ved imødekommende bistand af *det Letterstettske selskabs afdeling i Kristiania* de 3 i træsnit udførte tegninger efter naturen af mineralselskaberne samt et farvetrykt kart.

Indhold.

Første del.

Indledende tegning: snekrystaller.

Stenlære eller mineralogi. Den forberedende del pag. 3—17. Et minerals kjendemærker. Krystalform. Sex krystal-systemer 4. At gjøre modeller 6. Polkantvinkler 14. Goniometer 15. Kløvninger, brud, hårdhed 15. Egenvægt, farve 16. Glands, grad af gjennemsigtighed 17. Den anvendte del. Mineralernes inddeling 17. Salte 19. Almindelige stene 20. Metalstene 31. Ædelstene 32. Halv-Ædelstene 33. Saltagtige stene 36. Saltagtige ertser 40. Oxydiske ertser 41. Kise, glandse, blænder 45. Metaller 48. Brændbare 50. Om nogle mineralers anvendelse 52. Mineralers dannelse 54, omdannelser eller pseudomorfoser 55.

Fjeldlære eller geologi. Den forberedende del 56—88. Udbredelsen af de almindelige stoffe 56. Gange 58. Bergarters struktur og inddeling 59. Ledetråd til bestemmelsen 61. Ydre former 62. Bergarternes beskrivelse 66—82, jordslag 82 - 84. Anvendelse 84. Strøg og fald, kompas og gradbue 85. Forskjellige lagstillinger 86. Dislokationer eller forskyvninger 87. Geologisk kart og profil 87. Hvorledes bergarters alder bestemmes. Stratigrafi. Palæontologi 87.

Anden del.

Indledende tegning: Vesuv.

Nutidens virkende kræfter 92. Mekaniske virkninger 92. Den almindelige jævnlægning 92. Rindende vande 93. Floder 94. Jættegryder, hvirvelhuller 94. Niagara 95. Udglidninger, jordfald 96. Havet 97. Sandflugt 98. Kystvold 99. Delta'er 99. Lagnings mærker 101. Bølgeslags mærker 101. Stigning og sænkning af land 102. Isens virkninger 103.

Kemiske virkninger 108. Forvitring, dryppende vande 108. Hulers tilstopning med drypsten 109. Kildernes afsætninger. Okker. Kalk og gips, travertin 114. Kiselsinter 115. Havets vand 115. Stensalt 116.

Dyr- og plante-livets virksomhed 117. Kalkens udfældning. Kridt. Koraløer 118. Kisel, flint, infusorie-jord 120. Udfældning formedelst stoffernes opløsning 121. Mergelboller, myrmalm, svovlkis 121. Fosforsyrens kredsløb 122. Kullagenes tilberedelse. Lerjernsten 122. Mennesket en ødelægger 123.

Vulkanske virkninger 124. Række-vulkaner 124. Deres opregning 125. Vulkaners teori 126. Vesuv 127. Hekla 128. Et udbruds hovedperioder 129. Jordskjælv 129. Lava og asker 129. Santorin 130. Slamvulkaner 132. Eftervirkninger 133. Udkaststene 133. Solfatarer og Geisir'er 134. Vulkanernes produkter 136. Indre jordvarme 136. Artesiske brønde 137. Mineralkilder, ertsgange 138.

Dyr- og plantelivs udbredelse 139. I rum 139. I dyb 140. I tid 141. Bestemmelser af tidens længde 141. Forskjellig opbevarings tilstand af levningerne 142. Omhylling, aftryk, fyldning, forvandling 144. Sammenligning med mineral-forvandlinger 144.

Liste over dyrlevningerne 145. Hvirveldyr 147. Leddyr 149. Bløddyr 151. Stråledyr 160. Planterester 166. Liste over plante-levningerne 167.
Udsigt over lag-dannelsernes række 171. Den livløse tid 171. Gamle-livets tid 173. Middel-livets tid 182. Ny-livets tid 187. Den tertiære periode 188. Dislokations-linier 191. Fjeldkjæder 194. Metaller og ertser 203. Den efter-tertiære periode 207. Findes fossile menneskeben 208. Flintredskaber 209. De store uddøde landdyr 211. Istidens mærker 213. Knokkelhulerne 216. Geologi og Skriften 221.

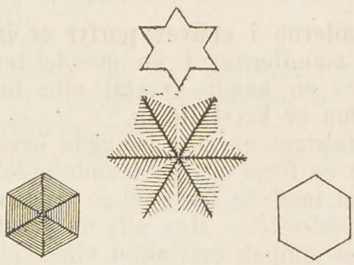
Tredie del.

Indledende tegning: foldning af lag, Kristiania.

Rækkefølgen i Norge sammenlignet med Englands, Ruslands 226, med de arktiske ølandes 227. Stenkul i disse 227, i Bären Eiland, Spitsbergen 228, i Færøerne, i Grønland 229. Danmark 231. Island 236 Sverige 237.
Norges inddeling 242. Det søndenfjeldske 243. Kjølen, Vestranden, Dovre, Langfjeldene 245. Grundfjeldet 249. Sparagmit-kvartsfjeldet, sandsten-etagen, paradoxidesskifer i det centrale Norge, etage 1 249. Sort lerskifer med diktyonema, blåkvarts, glindsende skifer og høifjeldskvarts med skifer i det centrale Norge 251.
Alunskiferens etage 2, 252. Yngre etager 253.
Undersiluriske etager 3, 4 og 5 253. Oversiluriske etager 6, 7 og 8 254. Foldningen 255. Sandsten-etagen 256.
Eruptiver i grundfjeldet 257. Ertser i grundfjeldet 258. Eruptiver i etagerne 259. Omdannelser 261. Ertser udenfor grundfjeldet 262. Mineralselskabet på disse forekomster 264.
Eftertertiære dannelser. Istiden 268. Oversigt af dannelsernes række, i det sydlige 270, i det centrale og vestenfjeldske 271, i det nordenfjeldske 271 Eruptiverne i det sydlige, centrale og vestenfjeldske 272, i det nordenfjeldske 273. Indlandets dannelser 273.
Det vestenfjeldske 274. Konglomerat og sandsten i Bergens stift 276. Langfjeldenes fortsættelse mod vest 276. Bergens halvø, Søndhordlands øer 279. Terrasser efter den gamle havstand 279.
Det nordenfjeldske 280. Kjølens og Derga-kvartsfjeld 281. Det indre eller Trondhjemsfeltets afdelinger 281. Eruptiverne 282. Omdannelser 284. Ertser 285. Terrasser, dalfyldning, lersletter, strandlinier 285.
Kartet over istids mærker 286. Det sydlige Norges overflade 286.

FÖRSTE DEL.

OM STENE OG BERGARTER.



Stenlære eller *mineralogi* er en videnskab om en verden af de forskjelligste enkeltheder, knyttet sammen under strenge og ufravigelige formers og strukturers bånd. Den viser os stoffernes nøiagtige fordeling og udmåling indtil mindste gran efter love, som vi må kalde bestandige. Thi den samme lov, som engang begrændsede, fyldte og udstyrede med egenskaber stenen, som vi hente fra fjeldenes indre, fremtræder for os den dag i dag i kemikernes laboratorium i hver af de der foretagne krystallisationer, ja den samme lov ryster sine budskab over os, hver gang det sner.

Stenlæren indeholder læren om stene eller mineraler. Et mineral er en stofforbindelse af lovmæssigt kemisk indhold, der enten optræder i en lovmæssig matematisk form, eller som ialfald med dette indhold forener visse fysiske egenskaber, hvorved det kan kjendes.

Et minerals kjendemærker er: krystalform, forhold for kløvning og brud, hårdhed, egenvægt, farve, glands, grad af gjennemsigtighed, forekomsten og den kemiske natur. Sjelden vil et af disse kjendemærker være nok Øverst står krystalform, hårdhed og egenvægt.

Krystalformen bliver til i krystallisations-øieblikket ifølge en i stoffet boende indre nødvendighed. Således vil man få terninger, når man afdamper en opløsning af kogsalt, derimod efter opløsning af salpeter bliver tilbage 6-sidige søiler, forsynede med 2-fladige endespidser. I snefnug vil oftest kunne erkjendes en 6-strålet stjerne eller en 6-sidig tavle (se ovenfor), i en stang kandis derimod sees en række af eiendommelige krystaller. Afdampes en opløsning af alun, da får man under heldige omstændigheder den form, som kaldes et oktaëder.

Den fuldkomneste udvikling giver en krystal, som er uddannet rundt omkring. Sådanne findes hyppigt omgivne på alle sider af fremmed substants,. altså *indvoxet* i denne. Var derimod en hindring tilstede for krystallisation, findes krystallen hyppigt kun uddannet med den ene ende, medens den med den anden ende sidder fast. Krystallen siges da at være *påvoxet.* Flere sådanne fra en fælleds bund udgroede krystaller danne en *druse.*

Har endelig ved en krystallisation udviklingen været hindret i end høiere grad, da findes ingen enkelt udskilte krystaller, men kun spor dertil, og stenen siges at være *krystallinsk.*

En sådan krystallinsk udvikling giver de 3 hoved-strukturer kornig, stænglig og trådig, nemlig *kornig*, når de ufuldkomment uddannede krystaller have omtrent lige mål i høide, bredde og tykkelse, derimod *stænglig* eller endnu finere *trådig*, når et af disse mål er forherskende.

Exempler: Krystallerne i enhver porfyr er indvoxede, derimod i blærerummene (eller mandlerne) i en mandelsten er de gjerne påvoxede. Videre findes en kandis-krystal ofte fuldkomment udviklet, hvorimod topsukker kun er krystallinsk.

Der gives i mineralriget en stor mængde krystalformer. Ligesom sukker krystalliserer i en form og sne i anden, således har også hvert mineral sin krystalform med de forskjellige ændringer, som tilsammen siges at danne en *krystalrække.* Men alle de krystalrækker igjen, som kan indordnes under et simpelt retvinklet eller skjævvinklet axe-net af billedet *aaa*, *caa* eller *cba*, danne tilsammen *krystal-system.*

Exempel. Hos kvarts er forholdet mellem $c : a = 1 : 0,9$.

Alle de former, som kan afledes med dette axe forhold til grundlag danne kvartsens krystal-række. Hos kalkspat er forholdet $c : a = 0,85 : 1$.

Alle de former, som her er mulige, danne kalkspatens krystal-række.

Derimod høre både kvartsens og kalkspatens krystal-række til samme krystal-system, nemlig det som udtrykkes ved axerne *caaa.*

Man opstiller 6 krystal-systemer, nemlig det ligeledede, 4-ledede, 6-ledede eller 3 og 3-ledede, 2 og 2-ledede, 2- og 1-ledede, endelig det 1 og 1-ledede. Det iøinespringende tal ved den symmetriske fordeling rundt om af krystallens flader (eller *grundtallet*) er i det første system intet bestemt, i det andet 4, i det tredie 6 eller 3, i det fjerde 2 og 2, i det femte 2 og 1, i det sjette 1.

Axerne i en krystal er rette linier fra et hjørne, en kant, en flade gjennem midtpunktet til modstående hjørne, kant eller flade. Endepunkterne af den axe, som stilles op eller lodret, kaldes *polerne.* De kanter, som støde sammen i en pol, kaldes *polkanter.* Den vinkel, som måles ret over en polkant, kaldes *polkantvinkel.* De kanter, som ligge imellem øvre og nedre polkantvinkler, altså om midten af krystallen, kaldes *midtkanter*, vinklerne her kaldes *midtkantvinkler.*

De fleste mineraler krystallisere i et af de 5 førstnævnte systemer, i det 6te findes ganske få. Kogsalt og alun tilhøre det ligeledede, salpeter det 2 og 2-ledede, sne det 6-ledede, kandis det 2- og 1-ledede.

Det regulære system (det ligeledede).

Axerne er 3 og ligestore, altså *aaa.* De skjære hverandre i krystallens midtpunkt under rette vinkler. Dette system indeholder alle de former, som på regelret vis kan bygges om axenettet enten umiddelbart (fig. 2), eller idet en eller to af axerne vexelvis gives forandrede værdier (fig. 1. 3. 4. 5). — Mange former i dette system kan omskrives med kuglen, hvis tværmål er lig den hele axelængde *a.*

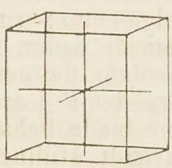
Lægges flader til endepunkterne af de 3 uforandrede axer, da har man oktaëdret. Lægges flader i endepunktet af 1 axe og ╪ de 2 øvrige, terningen. Lægges flader i endepunkterne af de 2 axer ╪ den tredie, granatoëdret.

Betegnes med *aaa* halvaxerne, så vil oktaëdrets flade være udtrykt ved formlen $a : a : a$, terningen ved $\infty a : a : \infty a$, granatoëdret ved $\infty a : a : a$. På samme måde et leucitoëder ved $2\, a : a : 2\, a$, et pyramide-oktaëder $2\, a : \infty\, a : a$. Således udtrykkes krystallegemerne ved sine flader.

Vi må i det følgende for ikke at føres for langt ind i krystallografien forbigå enhver strengere betegning og kun udpege de mest iøinefaldende formforskjelligheder.

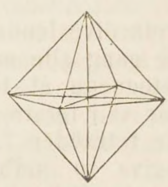
Nogle af de vigtigste former i dette system er følgende 5:

1.



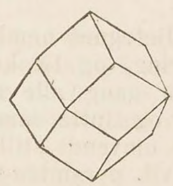
Terning.

2.



Oktaëder.

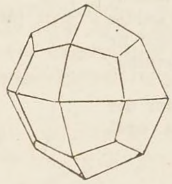
3.



Granatoëder
eller rombedodekaëder

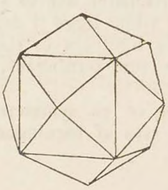
med indtegnede axer og forestillet gjennemsigtigt.

4.



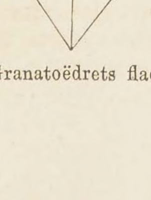
(Leucitoëder)
Ikosi-tetraëder.

5.

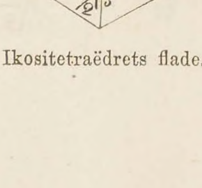


Pyramide-terning.

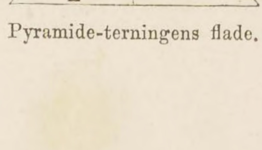
Terningens flade er et kvadrat, og alle kantvinkler = 90°. Oktaëdrets flade er en ligesidet trekant, og alle kantvinkler = $109\frac{1}{2}$°. Granatoëdrets flade er en rombe (hvis stumpe vinkel er = $109\frac{1}{2}$°) og alle kantvinkler = 120°. Rombens diagonaler forholde sig som $1 : \sqrt{2}$. Ikositetraëdret har 2 slags hjørner (med tilhørende kanter), nemlig de 4-fladige og de 3-fladige. Dets flade er et trapezoïd (hvis spidse vinkel, beliggende ved de 4-fladige hjørner har forholdet $sin : cos = \sqrt{2} : \sqrt{3}$, og hvis stumpe vinkel, beliggende ved de 3-fladige hjørner, har forholdet $sin : cos = \sqrt{2} : \frac{1}{2}\sqrt{3}$. — Pyramide-terningens flade er en ligebenet trekant, hvis høide forholder sig til den halve grundlinie, som $\sqrt{5} : 2$.



Granatoëdrets flade.



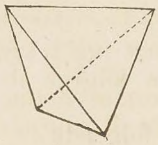
Ikositetraëdrets flade.



Pyramide-terningens flade.

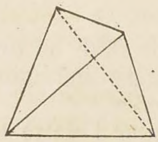
De ovennævnte 5 er *(holoëdriske)* former med fuldtallige flader. Men af nogle blandt dem kan afledes (hemiëdrier) former med kun det halve antal flader. Sådanne *(hemiëdriske)* halvtallige former er følgende:

6.



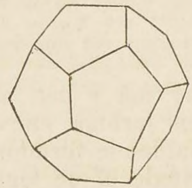
Tetraëder.

7.



Tetraëder.

8.

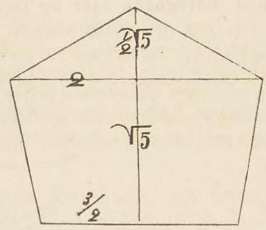


Pyritoëder.

Betegnes nemlig oktaëdrets afvexlende flader med + og ÷ rundt omkring, og tænkes den ene gang alle med + betegnede flader, den anden gang alle med ÷ betegnede at forsvinde, medens de øvrige voxe og slutte sammen, da får vi i første tilfælde tetraëdet 6, i andet det i omvendt stilling stående tetraëder 7. På samme måde behandlet, vil pyramide-terningen give to indbyrdes i omvendt stilling til hinanden stående pyritoëdre, hvoraf vi ser et i 8.

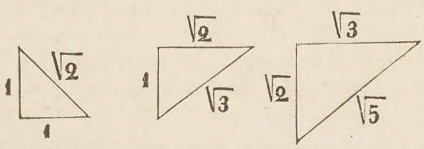
Tetraëdrets flade er en ligesidet trekant og alle kantvinkler $= 70\frac{1}{2}^0$. Pyritoëdret har to slags kanter, hvoraf de længere kanter, der vilde ligge i terning-fladerne, kaldes dets terningkanter, og ligeledes to slags hjørner, hvoraf de 8 hjørner, der ligge som terningens, kaldes dets terninghjørner.

Pyritoëdrets flade er en symmetrisk femkant, hvor der er de forhold, som sees af tegningen. Det kaldes også pentagon-dodekaëder.

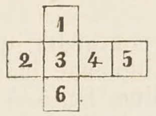


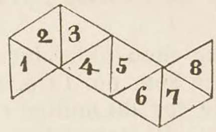
Pyritoëdrets flade.

Ovenfor er nøie angivet fladen for hver af de nævnte 5 fuldtallige og 2 halvtallige regulære krystalformer, fordi med fladen er hele formen givet, når man vil selv *forfærdige krystalmodeller af pap.* Dette er meget at anbefale og sker let. Man anvender pap af sådan tykkelse, at man kan skjære halvt ind med en skarp kniv, og derpå brække de delte stykker om, uden at de briste. Fremgangsmåden er da denne: Man optegner alle krystalformens flader, udfoldede sammenhængende på papfladen, klipper det samlede stykke ud, indskjærer halvt alle de linier, hvor stykkerne må brækkes, brækker dernæst på passende måde om, lakker tilsidst sprækkerne til med schellak over et lys, først indvendig og tilsidst, når der lukkes, udvendig. For at optegne fladerne, må man kunne afsætte linier $= \sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$, når en vilkårlig længde $= 1$.



Exempel. Betegnes terningens flader med tallene 1 til 6, så optegnes altså sex kvadrater i denne orden:





dernæst udklippes fladerne, bøies om ved kanterne og de kanter limes, hvor 1, 2 og 4 mødes med 5 og 6. På lignende måde oktaëdret.

I det regulære system optræde de nævnte former enten enkelt eller sammensatte. I disse sidste gjenkjendes gjerne den forherskende form, men ved siden deraf afstumpninger eller andre forandringer foretagne ved kanter, hjørner o. s. v.

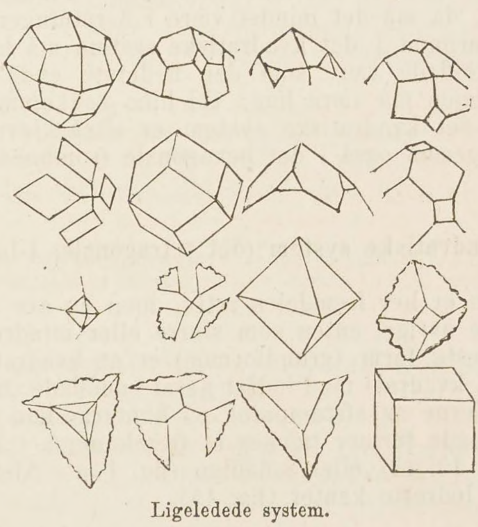
Almindelige regler for sammensatte former:

1. I almindelighed findes fuldtallige former på den ene side, halvtallige på den anden forenede med hverandre. Altså på den ene side de 5 førstnævnte, på den anden side formerne 6, 7 og 8, og da terning og granatoëder ikke kan forandres ved vor behandling for en halvtallig form, tillige disse forenede sammen.

2. For at indse produktet af sammensætningen må man stille modellerne i samme axestilling og derpå tænke dem gjennemtrængende hverandre.

Den indbyrdes stilling erindres bedst ved følgende udvikling: Systemets simpleste form er terningen, hvor alle flader, alle kanter, alle hjørner, alle vinkler er lige. Afstumpes alle terningens hjørner med lige påsatte snit, fremkommer tilsidst oktaëdret. Afstumpes oktaëdrets (eller også terningens) kanter lige, fremkommer granatoëdret. Afstumpes granatoëdrets kanter lige, fremkommer ikositetraëdret. Og afstumpes dettes kanter ved de 4-fladige hjørner lige, fremkommer pyramideterningen.

9.



Ligeledede system.

De sammensætninger altså, som er mulige mellem 2 og 2 af de første 4 grundformer er fremstillede ved de 16 former, der er ordnede således, at de enkelte former sees som no. 1, 6, 11, 16 i figuren 9.

Terning med oktaëder sees da som no. 15, oktaëder overveiende med terning som no. 12 o. s. v. Man kunde på lignende måde opgjøre sig en liste for de mulige sammensætninger mellem fig. 6. 7 og 8 samt fig. 1 og 3. På tetraëdret vil alle kanter, på pyritoëdret kun terningkanterne afstumpes af terningen.

3. Særdeles vigtig især for de følgende systemer er regelen for afstumpning og tilspidsning. Denne sker altid ensartet på ensartede steder, eller: enhver formforandring, som er foregået med en flade, en kant, et hjørne af en vis beliggenhed mod axerne, må findes gjennemført også med enhver anden flade, kant eller hjørne af samme beliggenhed.

Exempel. Når et af de 4-fladige hjørner fig. 9 no. 4 hos ikositetraëdret findes afstumpet ved terningen eller et andet 4-fladigt hjørne fig. 9 no. 2 ved granatoëdret, så må også alle de øvrige samme slags hjørner være afstumpede. — Derimod i det kvadratiske system kan f. ex. toppen af pyramiden være afstumpet alene, eller de vandrette kanter alene, eller de lodrette kanter alene; thi de første vedkomme axen *c*, de sidste axerne *a. a.*

4. En ligeså vigtig regel er, at flader af samme navn opvise fysisk den samme natur, have samme glands, henvise til samme kløvningsforhold etc.

Exempel. Når *en* terningflade har glands, må de alle have samme glands, ellers er det ikke terningen. Er *en* oktaëderflade mat, må de alle være matte, ellers er det ikke oktaëdret. Findes kløvning i det regulære system, da må det mindst være i 3 retninger, såsom der er 3 axer *a.* — Derimod i det kvadratiske system må hos grundformen den øverste ende-flade være som den nederste ende-flade, hvorimod de 4 sideflader igjen må være lige; thi hine vedkomme axen *c*, disse axerne *a. a.* I det kvadratiske system er altså kløvningen i kun *en* retning mulig, ligesom også i det hexagonale (romboëdriske).

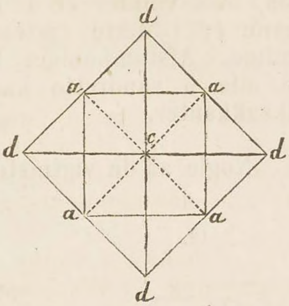
Det kvadratiske system (det tetragonale, 4-ledede).

Axevinklerne er her fremdeles rette, men en axe *c* gjør sig gjældende fremfor de øvrige, enten som større eller mindre end disse *a. a.* Systemets simpleste form (grundformen) er en kvadratisk søile (med gjennemsnit = et kvadrat) med lodret påsat endeflade (fig. 11). Ved tilspidsning på enderne og afstumpning på kanterne kan af denne grundform en hel mængde former tænkes at fremkomme. Tilspidsningerne er 4-fladige (fig. 12. 13) eller 8-fladige (fig. 17). Afstumpninger kan optræde på alle lodrette kanter (fig. 15).

Systemet fremstilles lettest ved et horizontalsnit. Den indre firkant betyder 1ste søile. Søilens 4 flader vise sig i snittet som linier. Enhver søileflade *aa* ligger i endepunkterne af de punkterede axer *aa* og $\perp$ den vertikale axe, som i snittet vises i punktet *c*. — Den ydre firkant er den 2den søile, som ligger i omvendt stilling mod første. Enhver af dens søileflader *dad* ligger i endepunktet af en axe *a* og $\perp$ de to øvrige *c* og *a*. Ethvert kvadratisk oktaëder i samme stilling som 1ste søile angives ved *caa*, ethvert oktaëder i omvendt stilling derimod ved *cdd*.

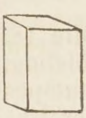
Det indsees let, at det 1ste kvadratiske oktaëders flade udtrykkes ved formlen $c : a : a$, hvorimod det 2det oktaëders ved $c : a : \infty a$. Forlænges *a* til $2a$, og lægges flader $c : a : 2a$, da fremkommer nødvendigvis en 8-sidig pyramide. [Forsøg med blyanten].

10.

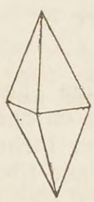


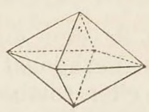
4-ledede system.

Nogle af de vigtigste enkelte og sammensatte former er følgende, hvor axen *c* står lodret og den ene axe *a* peger mod tilskueren.

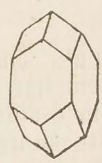
11. 

12. 

13. 

14. 

15. 

16. 

17. 

Systemets simpleste form er den kvadratiske søile 11. Afstumpes de vandrette kanter, som i sammensætningen 12, vil jeg tilsidst få en spids eller tilspidsning, som igjen intet andet er end enten et høit (13) eller lavt (14) kvadratisk oktaëder. Afstumpes i 12 også de lodrette kanter, som i sammensætningen 15, indtil 1ste søile selv forsvinder, får jeg 2den søile 16. Afstumpes i denne atter zikzak-kanterne (hvilket vilde føre til en 8-fladig pyramide-spids), får jeg den sammensatte form 17.

Også i dette system kan halvtallige former dannes; men de er sjeldne. Oktaëdrene 13 og 14 vil ved behandling (som ovenfor beskrevet under det regulære oktaëder) give hver to kvadratiske tetraëdre.

Forholdet mellem axernes længde $c : a$ er hos skapolit $=$ 0,43 : 1, apofylit 1,25 : 1, zirkon 0,64 : 1, vesuvian 0,53 : 1, tinsten 0,67 : 1, anatas 1,77 : 1, rutil 0,64 : 1.

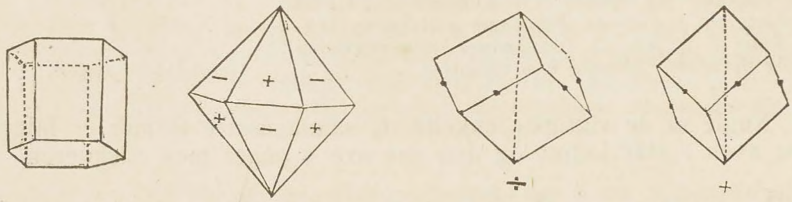
Det hexagonale og romboëdriske system (det 6-ledede eller 3 og 3-ledede).

Axerne er her 4, hvoraf en *c* gjør sig gjældende som større eller mindre end de andre *aaa*. Disse sidste skjære hverandre under vinkel af 60°, men *c* står $\perp$ på enhver axe *a*. Systemets simpleste form

er den hexagonale søile (med gjennemsnit som er en 6-kant, hexagon, hvis vinkler er 120°) med lodret påsat endeflade. Tilspidsningerne er i dette system 3-fladige, 6-fladige, selv antydning til 12-fladige. Afstumpninger forekomme på alle 6 lodrette kanter, eller på alle 6 vandrette kanter, videre på de hos romboëdret synlige zikzakkanter.

Nogle af de vigtigste enkelte og sammensatte former er:

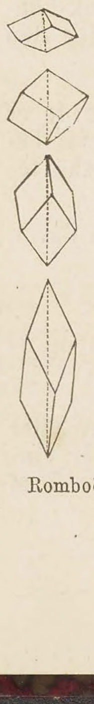
18. 19. 20. 21.



hexagonale søile. | hexagonale pyramide. | Romboëder. ÷ | Romboëder. +

Systemets simpleste form er den 6-sidige (hexagonale) søile 18. Dette system har imidlertid en hexagonal og en romboëdrisk afdeling, alt eftersom 6-sidet pyramide eller romboëder forhersker. Afstumpes de vandrette kanter, som i fig. 93, fremkommer tilsidst istedetfor søilen en tilspidsning 19, som er en *hexagonal pyramide*. Denne kan være høiere eller lavere, alt eftersom axen *c* er lang eller kort. Afstumpes derimod de lodrette kanter på 18 eller 1ste søile, så vil tilsidst den 2den hexagonale søile fremkomme, stående i omvendt (diagonal-)stilling til første.

22.



÷ ½ 1 ÷ 2 4

Romboëdre.

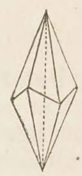
Videre, tænker jeg mig nu pyramiden 19 behandlet halvtalligt, idet at jeg skriver afvexlende + og — på dens flader, og den ene gang lader alle + flader forsvinde, den anden gang alle ÷, så får jeg i første tilfælde ÷ *romboëdret* 20, i sidste tilfælde + romboëdret 21. — Forskjellige pyramider give forskjellige romboëdre; der kan altså gives også en hel række af disse sidste.

Lettest er det imidlertid at tænke sig romboëdrene udledede af hverandre indbyrdes som i fig. 22. Går jeg ud fra romboëdret 4 og afstumper her alle polkanter lige, så vil romboëdret ÷ 2 fremkomme. Afstumpes atter her polkanterne, vil romboëdret 1 fremkomme. Afstumpes igjen dettes polkanter, vil romboëdret ÷ ½ fremkomme. Det er let at vise, at disse romboëdre (som gjensidig afstumpe hverandre) har axen *c* netop i dette forhold $4 : 2 : 1 : \frac{1}{2}$; vi ser derhos, at 1 med 4 på den ene side og ÷ ½ med ÷ 2 på den anden side befinde sig i samme stilling.

Ved sammenligning af fig. 19, hvor axerne forbinde hjørnerne, med fig. 20, sees at axerne a ligge i midtkanterne hos romboëdret, axen c står lodret. Den hexagonale pyramide vilde være udtrykt ved formlen $c : a : a$ (den 3die axe a bortkastet) eller forkortet P. $2P$ betyder altså $2c : a : a$. Den første hexagonale søile ved formlen $\infty c : a : a$. Den anden søile ved $\infty c : 2a : 2a$. Romboëdret ligeledes ved $c . a : a$ eller forkortet R. Et romboëder med kun halv så stor c axe $\frac{1}{2}R$ o. s. v.

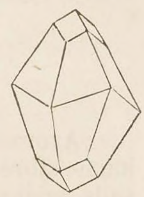
De 4 i fig. 22 tegnede romboëdre er de almindeligste hos kalkspat.

23.



Skale-noëder.

24.



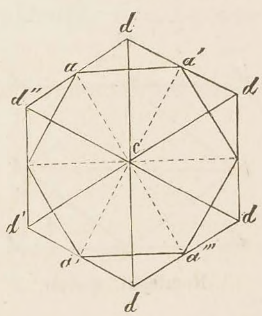
Skalenoëder med romboëder.

Forlænges c axen hos et romboëder og lægges nye flader til de gamle midtkanter, fåes *skalenoëdret* 23. Forbindes dette atter med et romboëder 20, haves sammensætningen 24. Af et og samme romboëder kan altså udledes forskjellige skalenoëdre.

Skalenoëderets formel udtrykkes ved romboëdrets, som man gik ud fra, og ved forlængelsen, altså f. ex. R^3.

Systemet fremstilles lettest ved et horisontalsnit. Den indre sexkant betyder 1ste søile. Søilens 6 flader vise sig i snittet som linier. Enhver flade $a\,a'$ ligger i endepunkterne af axerne a og a' samt $\mp$ axen c og den 3die punkterede axe. Den ydre sexkant er den anden søile. Enhver flade $d\,d''$ ligger her først i endepunktet af a og $\mp c$, men dernæst også således, at den forlænget skulde nå endepunkterne af de forlængede 2 andre a axer i en afstand $= 2$ gange stykket $c\,a'$. (Forsøg med blyanten).

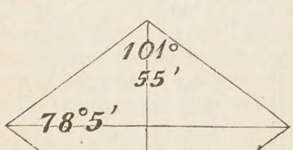
25.



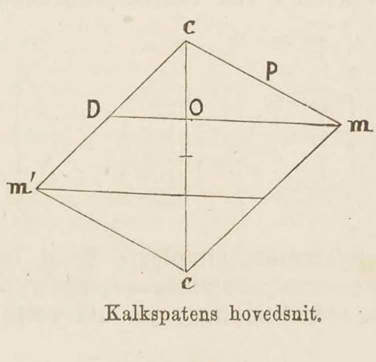
6-ledede system.

Videre sees, at enhver 6-sidet pyramide tegner sig med sin flade $a\,c\,a'$, når den er i samme stilling som 1ste søile, og med fladen $d\,c\,d$, når den er i samme stilling som 2den søile. Fremdeles angiver $d\,d\,d\,d$ o. s. v. omridset af et $\pm$ romboëder, hvis flader er enten $d''\,c\,d\,d$ o. s. v. eller $d'\,c\,d\,d''$ o. s. v. I begge tilfælde, enten det er + eller — romboëdret, ser vi, at 1ste søile afskjærer romboëdrets midthjørner, medens 2den søile derimod afstumper dets midtkanter.

For dem, der ønske en klar indsigt, er pap-modeller af søile, pyramide, romboëder og skalenoëder meget at anbefale. For at kunne forfærdige en pap-model f. ex. af kalkspatens romboëder, må dettes flade være givet. For at finde *kalkspatens flade*, må man gå ud fra hovedsnittet, der er det lodrette plan, der deler romboëdret i 2 halvdele. For at kunne opridse hovedsnittet må forholdet mellem $c\,a$ og $c\,d$ (fig. 25) kjendes. Når $c\,a$ eller axelængden $a = 1$, så $c\,d = 1 : \frac{1}{2}\sqrt{3}$ eller 1,15. Snittet går gjennem hovedaxen $c\,c$, polkanten P og diagonalen D. — Den lodrette linie fra et øvre hjørne m gjennem axen $c\,c$ til midtpunktet af diagonalen D afskjær $\frac{1}{3}$ af hovedaxens længde, ligesom også $Do = \frac{1}{3}$ og $om = \frac{2}{3}$ af Dm. Dette forhold finder sted i ethvert romboëder. Romboëdre fremstilles bedst ved deres hovedsnit. Romboëdrets flade findes af hovedsnittet, idet fra længden $c\,m'$ afsættes ved begge endepunk-



Kalkspatens flade.



Kalkspatens hovedsnit.

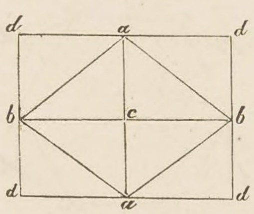
ter polkanternes længde *c m*. Kalkspatens romboëder *R* har en flade med stump vinkel 101° 55′. Forresten vil også terningen og granatoëdret give systemets billede. Når man nemlig stiller terningen opret efter en hjørne-axe, fremstiller den et romboëder med kantvinkel 90°. Stilles granatoëdret opret efter en af de 3-fladige hjørners axer, fremstiller det en sammensætning af et romboëder (med kantvinkel 120°) og den 2den hexagonale søile med vinkel 120°.

Forholdet mellem axernes længder er hos kvarts 1.099 : 1, beryl 0.49 : 1, elæolit 0.83 : 1, apatit 0.73 : 1, turmalin 0.89 : 1, kalkspat 0.85 : 1, jernglands 1.36 : 1.

Det rombiske system (det 2 og 2-ledede).

Axerne er her 3, skjære hverandre under rette vinkler, men er ulige store, altså *c b a*. Systemets simpleste form er den rombiske søile (gjennemsnittet = en rombe) med ⊥ påsat endeflade. Tilspidsningerne i dette system er enten som før 4-fladige, eller tagformede ɔ: 2-fladige (disse kaldes *domer*). Afstumpninger forekomme på 2 modstående hjørner (ved domerne), eller på 2 modstående lodrette kanter (disse kaldes *fladepar*); domer og fladepar ligge enten ved endepunkterne af den korte axe eller ved den lange axe, og benævnes derefter som kort-fladepar, lang-doma o. s. v.

26.



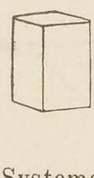
Rombiske system.

Systemet fremstilles lige let ved et horizontalsnit 26, eller ved vertikalsnittene. Den indre rombe *a b a b* betyder den simpleste form eller *den rombiske søile*. Søilens flader vises i snittet som linier. Enhver søileflade *a b* ligger i endepunkterne af axerne *a* og *b* samt ǂ den lodrette axe, der i snittet vises som punktet *c*. — Den ydre rektangel *d d d d* angiver de to *fladepar* (som her blive mulige istedetfor de to foregående systemers 2den søile), nemlig *d a d lang-fladepar* efter den lange axe, *d b d kort-fladepar* efter den korte axe. Ethvert fladepar ligger i endepunktet af en axe samt ǂ de to andre. Ethvert rombisk oktaëder angives ved de 4 flader *a b c*, idet jeg tænker mig *c* høiere eller lavere over papiret. De to domer (som her blive mulige istedetfor det kvadratiske systems oktaëder eller pyramider i 2den stilling) angives i tegningen ved *d d b b* efter den lange axe eller *langdoma*, og ved *d d a a* efter den korte axe eller *kortdoma.*

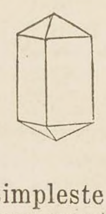
Det rombiske oktaëder vilde udtrykkes ved formlen $c : b : a$ eller kort P, den 1ste søile ved $\infty\, c : b : a$ eller kort ∞P, de to fladepar ved $\infty \bar{P} \infty$ og $\infty \breve{P} \infty$, o. s. v.

Nogle af de vigtigste former og sammensætninger er følgende, hvor axen *c* står lodret, den korte axe *a* peger mod tilskueren:

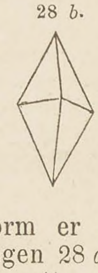
27.



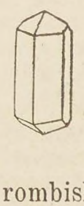
28 *a*.



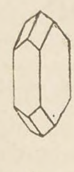
28 *b*.



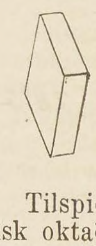
29.



30.



31.



Systemets simpleste form er en rombisk søile 27. Tilspidses denne, som i sammensætningen 28 *a*, fåes tilsidst et rombisk oktaëder 28 *b*. Afstumpningerne må rette sig efter de forskjellige axer. Af-

stumpes søilekanterne ved endepunktet af axen *b*, fremkommer 29. Afstumpes tillige kanterne ved axen *a*, får jeg 30. Afstumpes derimod enderne ved et doma efter *b*, fremkommer 31.

Når *c* er den lodrette, *a* den korte, *b* den lange axe, er forholdet *c* : *a* : *b* hos topas = 0,47 : 0,52 : 1, olivin 0,58 : 0,46 : 1, tungspat 0,76 : 0,62 : 1, cølestin 0,78 : 0,60 : 1, arsenikkis 1,18 : 0,76 : 1, svovl 2,34 : 1 : 1,23. (Forsøg at tegne op).

Det skjævt-rombiske system (det klinorombiske, 2- og 1-ledede).

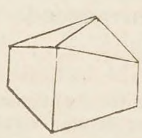
Forskjellen fra det foregående system ligger deri, at den ene *a*, af de 3 ulige store axer danner skjæve vinkler med axen *c*, medens *c* og *b* samt *a* og *b* fremdeles har rette vinkler. Systemets simpleste form er derfor en rombisk søile, men med skjævt påsat endeflade (fig. 32). Da krystal-figurer gjerne tegnes perspektivisk, kan det ikke altid sees af en tegning (fig. 32), at man har former just af dette system for sig — derimod af gjennemsnit 35 erkjendes systemet let. I dette system, som derfor også kaldes det *mono-symmetriske*, findes kun *et* plan, *midtplanet*, som deler krystallen i to ligestore og symmetrisk til hinanden liggende halvdele. Dette plan går gjennem den lodrette axe *c* og den heldende axe *a*. Afstumpning af lodrette kanter sker i dette system som i det rombiske, ved fladepar. Tilspidsning forekommer med 2, 3, 4 og flere flader.

Nogle af de vigtigste enkelte og sammensatte former er følgende, hvor den skjæve axe *a* peger mod tilskueren:

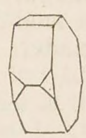
32.



33.

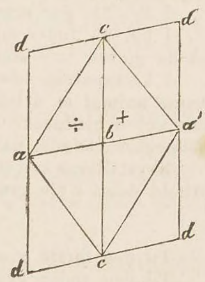


34.



Systemets simpleste form er en rombisk søile med skjævt påsat endeflade 32. Afstumpes hjørnerne ved axen *b*, får vi en skrå tagform (skrå-doma), som i sammensætningen 33. Afstumpes derimod i 32 kanterne ved axen *b* (med skråfladeparret) samt derhos hjørnerne ved axen *a* (ved et doma, der må dele sig i to halvdele, eftersom det ligger over den stumpe vinkel eller den spidse vinkel), så får vi en form som 34.

35.



skjævt-rombisk system.

Systemet fremstilles lettest ved et vertikalsnit efter midtplanet; *c c* er den lodrette axe, *a a'* den heldende. Optrækkes et paralellogram *d d d d*, så angiver *d c d* heldningen af „*basis*"- eller endefladen. Både oktaëder, fladepar og domer er her anskuelige. Krystalrummets fjerdedele dele sig til to slags, den stumpe vinkels og den spidse vinkels i tegningen betegnet med ÷ og +. Det rombiske oktaëder må altså dele sig til en ÷ *halvdel*, hvis flada er ÷ *a c b*, og en + halvdel, hvis flader er + *a c b*. Formlen skrives kort ÷ *P* og + *P*. Videre betyder *d a d* og *d a' d* fladeparret efter *b*-axen (*ret-fladeparret*), hvorimod *d d d d* fremstiller fladeparret efter *a*-axen (*skrå-fladeparret*). Formlen for dette er (∞ *P* ∞), medens den for retfladeparret skrives ∞ *P* ∞. Fremdeles sees, at der er to slags domer ligesom i det rombiske system. Men doma efter axen *a* kaldes her *skrådoma*, og er aftegnet ved *d d a a'*. Doma efter axen *b* må derimod også dele sig i en + og

$\div$ halvdel, som hver kaldes halv-doma, $+$ *c a'* fremstiller $+$ halv-doma, $\div$ *c a* derimod $\div$ halv-doma.

Når *c* er den lodrette, *a* den skrå axe og derhos *V* betyder axens vinkel, er forholdet *c* : *a* : *b* hos feldspat (ortoklas) = 0,84 : 1 : 1,15 med $V = 63^0\ 53'$, hornblende 0,55 : 1 : 1,88, $V = 75^0\ 2'$, augit 0,54 : 1 : 0,91 $V = 75^0$, gips 0,59 : 1 : 1,44, $V = 81^0\ 26'$, epidot 1,14 : 1 : 0,63, $V = 64^0\ 36'$, ortit 1,14 : 1 : 0,64, $V = 64^0\ 59'$, monazit 0,95 : 1 : 1,03, $V = 76^0\ 14'$. (Forsøg at tegne axe-nettet op for en af dem).

Det dobbeltskjævt-rombiske system (det klinoromboïdiske, 1 og 1- ledede).

I dette står de 3 ulige store axer *cba* allesammen mer eller mindre skjævt mod hverandre. Her findes ikke længer noget plan, som deler krystallen i 2 ligestore og symmetrisk liggende halvdele. Systemets simpleste form er en søile, hvis gjennemsnit er en skjæv rombe (et romboïd), og som ender med skråt liggende endeflader. Det kaldes også det *a-symmetriske*.

For at kunne sammenlignes, må krystalformerne stilles på en vis uforanderlig måde. I det regulære system stilles en af axerne *a*, i de øvrige systemer axen *c* lodret.

En af de øvrige axer bør stilles i retning mod iagttageren. I det rombiske system vælger man hertil gjerne den korte axe *a*, og i det skjævt-rombiske den heldende axe *a*.

I sædvanlige krystal-tegninger, som gjerne er udførte perspektivisk, *synes* den mod iagttageren pegende axe at ligge skråt på grund af tegningens måde.

Axerne har, når de trækkes på papiret i sådanne tegninger, ikke sine virkelige længder. I snittene derimod (se ovenfor) har de sine virkelige indbyrdes længder. I snittene kan polkantvinkler og midtkantvinkler findes ved at indtegne vedkommende vinkels delelinie, som er en normal fra krystallens midtpunkt til vedkommende polkant eller midtkant.

Således i fig. 10, afsæt normalens længde *c a* på *c d*, og træk linien fra punktet til den anden linie *d d*, så haves det regulære oktaëders polkant.

Træk linierne derimod til længden af hovedaxen, såfremt det kvadratiske oktaëders midtkant skal søges.

I fig. 26, træk normal fra *c* til kanten *a b*. Afsæt denne længde på *b b*. Med en grundlinie = *c*-axen fåes midtkant; på samme vis med de tilhørende normaler og med en grundlinie = *a*-axe fåes den skarpere, og = *b*-axen den stumpere polkant. Dette er for det rombiske oktaëder.

I fig. 35, går man frem på lignende måde, findes polkantvinkelen for $\div P$ og for $+ P$.

I fig. 25 findes midtkantvinkelen ved en normal på kanten *a a'*, grundlinien i trianglet må da gjøres = *c*-axen.

I kalkspatens hovedsnit, trækkes normalen (pag. 11) fra midtpunktet til kant *c m*. Denne normal er delelinie i polkantvinkelen, som konstrueres over et triangel, hvis grundlinie er en hjælpeaxe *b* (som om det gjaldt et rombisk system) $= a\sqrt{3}$. Man finder denne hjælpeaxes længde, når *a a'* (fig. 25) forlænges til den skjærer den forlængede *d' c d*.

Krystallerne kan efter sine fysiske og dermed sammenhængende matematiske (symmetri-) forhold deles i tre grupper:
1) krystaller med 3 hovedaxer
2) — — 1 —
3) — uden —

Til den første gruppe hører alle regulære krystaller.

Til den anden gruppe hører alle kvadratiske (tetragonale) og hexagonale krystaller.

Til den tredie de rombiske, skjævt rombiske (monosymmetriske) og dobbelt skjævt rombiske (asymmetriske) krystaller.

Axerne er mer end tænkte linier; de kan opfattes som retningslinier for kræfter, der virkede under dannelses-øieblikket og som ordnede (atomerne) de mindste dele.

Kræfternes forhold udtrykkes ved axernes indbyrdes længder. Visse optiske forhold hænge sammen med axernes beliggenhed og art. Således finder ingen dobbeltbrydning og ingen polarisation sted i det regulære system, hvor de 3 axer er lige. Alle krystaller derimod, som tilhøre de andre systemer, polarisere lyset, og er dobbeltbrydende. I det kvadratiske og det hexagonale system, hvor en axe *c* gjør sig gjældende, er denne tillige den optiske axe, i retningen af hvilken ingen dobbeltbrydning finder sted.

Kant-vinkelens værdi er afhængig af axernes længder, disse er igjen bestemmende for mineralet. Kant-vinkelen kan måles ved gisning, eller ved at ridse den efter på et papir, eller ved vinkelmåleren *(goniometret)*. Dette instrument består i sin simpleste form i en nøie inddelt gradbue på 180⁰ med en omkring dennes centrum bevægelig lineal. Målingen grunder sig på den sætning, at topvinkler er ligestore. Instrumentet holdes lodret over den kant, hvis vinkel skal måles; linealens ene ende og gradbuens grundlinie bringes til at slutte om kanten, og vinkelen aflæses ved linealens anden ende.

Når krystallen ved slag eller tryk springer med flad og glat brudflade efter en bestemt retning, siges den at kunne *kløves* eller at besidde *kløvning* i denne retning. Kløvningerne, som også kaldes gjennemgange, er lovbestemte ligesom krystallisationen. I ethvert system må kløvnings-retningerne fyldestgjøre systemets symmetri forhold. Således må der i det regulære system, hvis der er kløvninger, være mindst 3 retninger (terningen), men der kan også være 4 (oktaëdret) og 6 (granatoëdret). I alle de øvrige systemer *kan* der derimod optræde kløvning blot i *en* retning, nemlig ⊥ på *c* axen, ɔ: efter basis. Men der kan også findes 2 retninger efter en kvadratisk eller rombisk søile, 3 retninger efter et romboëder, 1 retning efter et fladepar o. s. v. Når et mineral ikke foreligger som krystal, kan man derfor ofte af kløvningernes tal, indbyrdes beliggenhed, fuldkommenhed slutte sig til systemet. Kløvninger, bestemte ved den samme eller de samme axer, må have lige fuldkommenhed og samme fysiske udseende.

Der gives kløvninger af høist forskjellig fuldkommenhed. Glimmer og gips eie de fuldkomneste, dernæst kalkspat, ikke så fuldkommen er flusspatens, ganske ufuldkomne findes de hos beryl, og hos kvarts kan de kun frembringes efter glødning og påfølgende hurtig afkjøling. — For at gjøre sig fortrolig med kløvningerne vælge man at kløve f. ex. et stykke almindelig hvid kalkspat. Adskillige mineraler med lette kløvninger i 2 eller flere retninger benævnes med endelsen *spat*.

Brud fremkommer, hvor mineralet springer itu efter enhver anden retning end kløvningens. Bruddets art kan tjene til kjendemærke. Det kaldes glasagtigt eller musligt (som ved ituslået tykt glas), splintrigt som ved kalcedon, jævnt, jordagtigt som ved kridt, eller (ved smidige metaller) haget.

Hårdhed er et af de vigtigste ydre kjendetegn. De vedtagne hårdheds-grader, hvormed alle mineraler sammenlignes, er følgende: [denne ypperlige skala er opstillet af *Mohs*].

1. Talk ridses med neglen.
2. Gips har omtrent neglens hårdhed.
3. Kalkspat. De fleste gedigne metaller når ikke denne.
4. Flusspat ridses endnu let med knivspids.
5. Apatit ridses lidt besværlig med kniv.
6. Feldspat, knivens hårdhed, giver neppe gnist for stål.
7. Kvarts giver stærke gnister, ridser til nød glas.
8. Topas — her begynder ædelstenes hårdhed.
9. Korund sliber alle ædelstene undtagen diamant.
10. Diamant kan kun slibes i sit eget pulver.

Det mineral, der har hårdhed som talk, siges at have hårdhed 1; det derimod, hvis hårdhed ligger mellem 1 og 2, siges at have hårdheden 1,5 eller mellem 1 og 2 o. s. v. Enhver høiere hårdhedsgrad ridser den lavere. Således ridser no. 10 alle de andre.

Efter hårdhedens art skjelner man især mellem sprødt, mildt, bøieligt, smidigt, strækkeligt o. s. v. *Sprødt:* lader sig let brække, kniven skraber med lyd på et sådant mineral, og smådelene sprette væk. *Mildt:* kniven frembringer let og fast lydløst en streg, smådelene spretter ikke væk. *Bøieligt:* Man adskiller almindelig bøielig og elastisk bøielig.

Egenvægt. Til nøie bestemmelse af et mineral hører undersøgelsen af dets egenvægt. Den praktiske mineralog veier derimod lige store stykker i hånden og kan derved afgjøre til nød følgende grader: meget tunge er metallerne og flere ertser, indtil omkring 20; tunge er tungspat, granat, diamant, 4,5; almindelig stenvægt er det hyppigste 2,7; lette er gips, svovl, stenkul, rav indtil omkring 2; svømmende ved tomme rum er f. ex. pimpsten [som forresten ikke har egenvægt mindre end 1; thi pulveret har almindelig stenvægt].

De almindeligt udbredte mineraler, som danne bergarter, har egenvægt omkring 2,5 indtil 3; altså jordskorpen i almindelighed 2,5 til 3. Ikke destomindre udregnes jordens midlere tæthed eller dens egenvægt omkring 5. Tager man 5 som middeltal, så må man allerede heraf slutte, at en masse af tungere emner må findes i jordens indre, siden skorpen kun har den halve vægt.

Farve, glands, grad af gjennemsigtighed.
Krystallernes lys-forholde overhovedet er vigtige. Forholdene ved dobbeltbrydning og polarisation føre ind i de fineste forsøg. Men for den praktiske mineralog er først og fremst mineralets *farve,* dernæst pulverets (ɔ: „stregen") af vigtighed.

Mineralerne er enten i egentlig forstand kun *farvede,* nemlig ved iblanding af et fremmed farvende stof, eller de er selv *farver.* De første kan efter det iblandede stofs natur være yderst forskjelligt farvede, og farven bliver blot et af kjendetegnene for ændringer under samme art. Ved de sidste er farven et væsentligt kjendetegn.

For exempel kvarts, feldspat, flusspat, flere ædelstene, mineraler, som i ren tilstand skulde være farveløse, kan ved iblanding af dette eller hint farvende stof optræde stærkt farvet, altså ganske forskjelligt udseende. Derimod metaller og ertser eie selv farve og må have denne såsom guldgul, sølvhvid, tinhvid, blygrå, kobberrød, jernsort, messinggul (grønlig), speisgul (grålig) o. s. v.

Ofte er ertsens streg anderledes end ertsens farve f. ex. speiljern, kobberkis.

Glandsens grad er stærk, svag o. s. v. Man adskiller i almindelighed følgende slags af glands:

Diamantglands som hos diamant. Glasglands som hos kvarts, glas. Perlemor er forenet med udmærkede kløvninger. Silkeglands er forenet med fintrådig struktur. Fedtglands er fedtagtig som hos elæolit. Halvmetallisk som hos glimmer. Metalglands er forenet med ugjennemsigtighed som hos metaller og ertser.

Graden af gjennemsigtighed kan være høist forskjellig: vandklar, gjennemsigtig, når man kan skjelne bogstaver gjennem et ikke altfor tykt stykke. Gjennemskinnende, når stenen, holdt op for lyset, kun lysner. Gjennemskinnende ved kanterne er en endnu lavere grad. Ugjennemsigtig.

Forekomsten af et mineral er et vigtigt led i dets beskrivelse, først og fremst i hvilket bergslag, ledsaget af hvilke andre mineraler, på hvad slags leiesteder o. s. v., dernæst om i fuldkomne krystaller eller i blot krystallinsk tilstand eller ganske drøit; videre om sædvanligt påvoxet eller indvoxet, som korn o. s. v.

Den kemiske sammensætning er det afgjørende i henseende til mineralets egentlige natur og anvendelse. Mange gange er det også ganske nødvendigt, før man med bestemthed kan gjenkjende et mineral, at anstille nogle prøver angående dets forhold for syrer eller for blæserøret. I det følgende forudsættes *nogen* kemisk kundskab, for exempel om hvad et oxyd er, en syre, en base, et silikat — ligeledes hvad isomorf er, dimorf, trimorf.

Ved de følgende i al korthed beskrevne mineraler gives sammensætningen, som er tænkt ren, kun ved omtrentlige tal, udtrykt i dele (procent) af det hele indhold, som antages at udgjøre 100 dele. Da mineralerne ofte er fulde af yderst små indblandede fremmede dele, har i regelen angivelse af mineralernes sammensætning indtil $\frac{1}{10}$ og $\frac{1}{100}$ procent intet virkeligt værd.

Mineralernes inddeling.

Man kan til oversigt skille mineralerne i salte, almindelige mineraler eller stene, ertser, rene metaller og brændbare legemer.

1. *Salte* er mer eller mindre let opløselige i vand og har derfor ringe bestand i tiden, idet de kan dannes, opløses, forsvinde og atter dannes. De er i almindelighed lette, idet vægten hyppigst ligger lavere end 2, derhos kun lidet hårde (omkring graden 2) og af kjendelig smag.

2. De almindelige mineraler eller *stene* kan man dele i almindelige stene, metalstene, ædelstene, halv-ædelstene, saltagtige stene.

A. Almindelige stene er silikater (kiselforbindelser). Herhen hører forbindelser af kiselsyre (som er silicium med surstof) med de almindelig udbredte jordarter og alkalier. Udseendet er yderst forskjelligt. Vægten er almindelig stenvægt. Alle farver.

B. *Metalstene* har foruden eller istedetfor kiselsyre en metallisk blandingsdel, der forøger vægten til over 3.5, omkring 4, undertiden høiere. Hårdheden er omkring 6. Farven er gul, brun, sort.

C. *Ædelstene* udmærkede ved stor hårdhed, over 7, stærk strålebrydning, vakre farver og glands. Vægten er derhos lidt over almindelig stenvægt. Ikke alle er silikater.

D. *Halv-ædelstene* har ædelstenes egenskaber, men i svagere grad. Hårdheden omkring 7.

E. *Saltagtige stene.* Ved disse minder udseendet om saltene. Syren er hos dem ikke kiselsyre, men en anden som kulsyre, svovlsyre, fosforsyre eller det er en fluor-forbindelse o. s. v. Hårdheden forskjellig 2, 3 og 5.

De almindelige stene er, når undtages metalstene, ikke tunge. Pulveret er lyst.

3. *Erts* eller malm kalder man enhver forbindelse af et nyttigt metal med et eller flere andre stoffe; navnlig enten med en syre (saltagtige ertser) eller med surstof (oxyder) eller med svovl, arsen, antimon (kise, glandse og blender).

De 3 sidste slags ertser er tunge og har mørkt pulver. Oxyderne er hyppigst mørktfarvede, kise gule og hvide, glandse hyppigst grå og derhos lidet hårde. Blender har diamantagtig, men de øvrige fast alle ren metalglands.

4. *Rene* (*gedigne*) *metaller.* Så nævnes flere af de i naturen enkelt optrædende metalliske stoffe. De er tunge, indtil påfaldende tunge, er ugjennemsigtige og har metalglands. Man kan dele dem i *ædle*, som ikke ruste, og *uædle*, som ruste.

5. De brændbare legemer er få og let kjendelige.

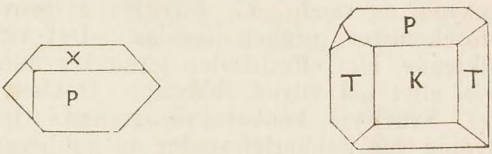
Ovennævnte inddeling er ikke den strengeste videnskabelige, men uden tvivl bekvem for begynderen. Den strengeste inddeling er måske den, der ordner efter det kemiske indhold. Men man må da ofte skille stene eller ertser, som ellers står meget nær, vidt fra hverandre.

I den nu følgende beskrivelse af mineralerne betyder:

Kl.: kløvning.	*V.:* vægt (ɔ: egenvægt)
H.: hårdhed.	*F.:* forekomst.

Under *F.* (forekomsten) angives i regelen kun i hvilket selskab eller på hvilken måde, i hvilken bergart, på hvilke gange. At opregne de enkelte findesteder bliver ofte at gjennemgå et langt stykke geografi. Derfor er kun exempelvis nogle udmærkede findesteder nævnte, fortrinsvis norske. Meningen med de opregnede kjendetegn er, at man ved at forsøge sig frem skal kunne erkjende mineralet, når man har sådanne stykker, som ikke skal spares, for sig, om ikke ved et eneste så ved flere kjendetegn tilsammen. Begynderen kan øve sig i at erkjende vinkler, brud, kløvninger o. s. v. ved saltene, som findes i handelen, eller allerede ved *sukkerkandis*, som er skjævt rombisk.

36. Sukkerkrystal.



seet ovenfra. seet fra siden.

En søile *T* med 78½° foran, altså 101½° på siden, er afstumpet foran ved et fladepar *K*, der gjerne optræder bredt og gjør krystallen tavleformet. Man kan kløve sukkerkrystallen i denne retning — det vil sige: der er kløvning ╪ samme. For enderne ligger oftest 2 flader, hvoraf man kan tage den ene *P* som basis, den anden *x* som en domeflade (i lighed med ortoklasen). Sukker indeholder kulstof, vandstof, surstof — ligesom de fleste brændbare legemer.

1. Salte.

Af salte beskrives her et udvalg. Flere af dem findes i handelen og træffes ofte i tydelige krystaller. Hvor farve ikke er nævnt, er saltet vandklart eller hvidt.

37.



Soda.

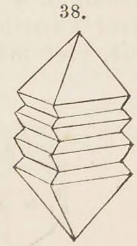
Soda. Skjævt rombisk. De store krystaller fra fabrikerne vise lighed med augit. Søilen *M* har foran vinkel 79½°. På siden skrå-fladeparret *l*. På toppen 2 flader af halv-oktaëdret på ÷ siden *P*, polkant vinkelen er 76½. *H* 1 +. *V* 1.5. Vandholdig kulsur natron. Udvitrer som et snehvidt mel af jordsmonet i visse egne — ved vulkaner og „natron-søer“.

Stensalt. Krystalliserer regulært. Terningen. Kl. giver også terningen. Salt smag. *H* 2 +. *V* omkring 2.5. Består, når rent, af 60.6 klor, 30.3 natrium ligesom kjøkkensalt. Sædvanligt forurenes det dog ved nogle havvands-bestanddele, navnlig ved klormagnesium og gips. F. i masse på særegne leiesteder i forskjellige formationer.

Sylvin, klor kalium, findes på nogle stensalt forekomster, derhos undertiden udblomstrende i Vesuvs krater.

Salmiak. Regulær. Terning. Smag skarp, saltagtig. Består af klor og ammonium (1 kvælstof, 4 vandstof). Udvitrer som et mel i vulkankraterne efter udbruddet. Vesuv, Ætna.

38.



Alun.

Alun. Regulær. Oktaëdret forherskende. Fig. 38 viser kunstige krystaller af alun, flere oktaëdre, dannende en stang. Smag sødagtig sammensnerpende. Vandholdigt dobbeltsalt af svovlsyre, lerjord, kali eller andre baser, hvilke give navne: Kali-alun, natron-alun, ammoniak-alun, magnesia-alun, jern-alun. F. Kali-alun udvitrer som mel af visse lerskifer (alunskifer). Uren alun forekommer også undertiden i vulkankratere og på kløfter i lava.

Jernvitriol eller grøn vitriol. Skjævt rombisk. Grøn. Blæksmag. Svovlsyre, jernoxydul og vand. F. Udvitrer af svovljern-forbindelser ved visse ertsforekomster, gruber, torvlag. Det vitriolholdige vand giver sig let tilkjende, idet efterhånden jernokker udfældes.

Kobbervitriol eller blå vitriol, blåsten. Dobbelt skjævt rombisk. Blå. Smag ækel. Svovlsyre, kobberoxyd og vand. Opløst i vand forekommer den hyppig ved kobberleiesteder og kobbergruber. Kommer sådant vand i berørelse med jern, udfældes kobberet.

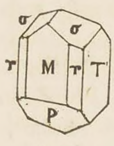
39.



Salpeter.

Salpeter. Rombisk. Udseendet minder undertiden om hexagonale krystaller; thi *M* med vinkel 119⁰ er afstumpet på sine skarpe kanter af kortfladeparret *h*. På toppen enten blot et doma *P*, 2-fladig tilspidset altså, eller også 6-fladig tilspidset ved oktaëdret sammen med doma. Søile og fladepar ere gjerne stribede på langs. Smag bitter kjølende. Salpetersur kali. H. 2. V. henved 2. F. Udvitrende af jordsmonet, eller i huler i kalkfjeld ofte sammen med *kalksalpeter*. Den sidste eller mursalpeter, som udvitrer på fjøsmure ofte i hårfine krystaller, er salpetersur kalk med vand. *Natronsalpeter* endelig findes i mængde på Perus regnløse kyststrækning.

40.



Borax.

Borax eller tinkal. Skjævt rombisk. Krystaller i lighed med augit. En søile *r* med vinkelen 87⁰ foran, afstumpet af de 2 fladepar *M* og *T*. På toppen den skrå basis *P* samt et halvoktaëder *o*. Smag sødagtig. Borsyre, natron og vand. Opløst i vand forekommer den i nogle søer i Toscana og i Tibet. H. 2 +. V. 1.7. Fedtglands på bruddet som er musligt.

Et nær stående mineral *hydroborokalcit*, som ved siden af borax sammensætningen indeholder kalkjord, forekommer i store mængder sammen med alun, natronsalpeter o. fl. ved Iquique i Peru. Fedtglindsende nåle, knoller.

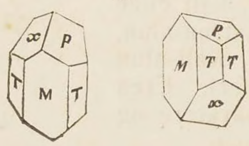
2. Stene.

A. Almindelige Stene.

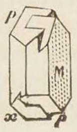
Feldspat udgjør ligesom flere af de efternævnte mineraler en gruppe.

Feldspatens gruppe indeholder I) ret feldspat eller ortoklas. II) skjæve feldspater eller mikroklin, albit (periklin) oligoklas, labrador, anortit o. fl. allesammen plagioklas. Det er kløvningernes vinkel som giver navnene (ret og skjævt — brydende). Feldspaterne kjendes lettest, idet man går ud fra ortoklas.

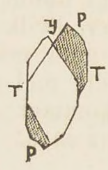
41.



42.



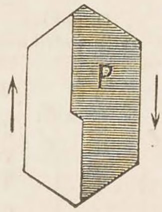
43.



I) *ortoklas.* Skjævt rombisk. Søilen *T* har foran en vinkel noget over 118½°, oventil den skjæve endeflade *P*, og desuden et eller flere + domeflader (*x* eller *y*). På siden skråfladeparret *M*.

Ved alle feldspater er tvillingkrystaller hyppige. Tvillingsammensætningen sker ved ortoklas især efter „Karlsbaderloven" (sådanne tvillinger hyppige i Karlsbads granit), som kan udtrykkes således: to stykker tænkes stillede oprette sammen, men således, at det ene har fladen *P* på den side, hvor det andet har fladen *x* eller *y*; derpå tænkes de trykkede ind i hverandre. Fig. 42 viser *x*, fig. 43 (et gjennemsnit) *y*.

Kløves i 2 retninger, lettest efter *P*, lidt mindre let efter *M*. Vinkelen mellem begge = 90°. Ser man en tvillingkrystal som fig. 42 gjennemskåret ⟂ den ene tvillingbroders *P*-flade, da mærkes en fin grændselinie mellem begge, og de to halvdele speile ikke på engang, idet kløvningerne vende til forskjellige sider (antydet ved pilen).



Gjennemsnit af Karlsbader tvilling.

Bruddet forresten er mest ujævnt og splintrigt.

H. 6. *V.* 2.5. Perlemorglands på *P*, glasglands på *M*. Mange farver, dog sædvanlig lys, kjødrød eller hvid. *F.* udbredt, navnlig som blandingsdel i granit, stribet granit, syenit og mange porfyrer; sanidin i trachyt. Store krystaller findes i de grovkornige granitgange f. ex. Arendal; Hitterø. — Ortoklas kan ved visse påvirkninger forvandles til *kaolin* (eller *porcelænjord*), som er en snehvid melagtig jord, Bornholm.

Ændringer: adular kaldes de vandklare. *Opaliserende* ortoklas viser et smukt farvespil på en flade, der ligger omtrent lodret såvel mod *P* som *M* (således i Fredriksværns syenit). Den *almindelige* ortoklas er gjerne kjødrød, fra lys til mørk. *Sanidin* eller glasagtig feldspat er fuld af fine ridser. Feldsten har man nævnt hvad man formoder at være „tæt" feldspat ɔ: uden klyvninger.

Lig ortoklas og isomorf med samme er barytfeldspat (hyalofan) med omtr. 50 pr. kiselsyre og 10—21 pr. barytjord.

II) *Mikroklin. Albit. Oligoklas. Labrador. Anortit.* Dobbeltskjævt rombisk. De skjæve feldspater (med fællesnavn: *plagioklas*) er i regelen kjendelige ved følgende mærker: 1) søilens vinkel hos albit 122° 15', oligoklas noget over 120½°, labrador 121½°, anortit 120½°. Kløvningerne efter *P* og *M* afvige omtrent 3½° og hos anortit lidt mere end 4° fra 90°. Mikroklinens axeforhold afviger ubetydeligt fra ortoklasens — 2) på *P*-fladen, den fuldkomneste kløvning, viser sig ofte en meget fin stregning ⟂ den skrå axe. Den forklares som en mange gange gjentaget tvillingdannelse og kaldes derfor „tvillingstribning".

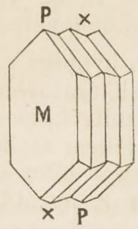
Den indspringende vinkel i tvillinger er	hos	albit	172°	48'
		oligoklas	172	20
		labrador	173	20
		anortit	171	40

44.



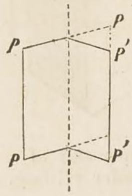
Oligoklas tvillingstribning.

45.



Albit tvillinger.

Oligoklas, labrador og albit De skjæve feldspater vise ofte tvillingsammensætninger efter „albit-loven", nemlig: en hel krystal tænkes delt ⫩ *M*, og den ene halvdel derpå dreiet 180° i dette plan. To sådanne tvillingkrystaller kan dernæst træde sammen efter Karlsbaderloven.



3) tvillingkrystaller (efter albit-loven) vise indspringende og udspringende vinkler for enderne. Lad *p p p* være et lodret snit (⫩ *c* og *b*) af en sådan skjæv feldspat. Tænkes krystallen delt, og den ene halvdel dreiet 180° om den anden, vil den brækkede kant *p p'* fremkomme med sin udspringende eller indspringende vinkel. En sådan tvilling kan let adskilles fra en ortoklas. — 4) hårdhed hos albit 6 +, de øvrige 6. — 5) egenvægten hos albit og oligoklas 2.6, labrador næsten 2.7, anortit 2.7. — 6) farven hos albit og anortit hvid eller farveløs, oligoklas hyppigt grønlighvid, labrador ofte grå, brunlig, smudsig og har foruden stribningen på *P* også et ofte synligt, smukt farvespil på *M*. Oligoklas og labrador har fedtglands på brudflader. — 7) *F*. af de skjæve feldspater er udbredt; de optræde som blandingsdele i flere bergslag, navnlig oligoklas især i mange graniter, store krystaller i hvide granitgange, Snarum, labrador derimod i dolerit, gabbro, labradorsten, store spaltestykker fra Soggendal ved Egersund, Hitterø, anortit i visse porfyrer og grønstene. Labrador og anortit er hyppig i lavaer, albit især på visse gange — ex. Langø.

Amazonfeldspat kaldes en spanskgrøn farvet mikroklin. *Tankit* har man nævnt en rødliggrå vandholdig anortit fra Arendals jernleiesteder. *Esmarkit* er grønlig grå anortit fra Bamle.

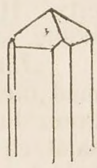
Alle feldspatændringer skille sig derved fra kvarts, at de tæres eller „forvitre" i fugtig luft, idet de begynde med at dække sig med en hud af ler. Feldspatens endelige rest efter forvitringen er hvidt eller gråt ler, kvartsen opslides kun til sandkorn.

Efter den kemiske sammensætning kan man adskille kali feldspat, natron feldspat, kalk-natron feldspater og kalkfeldspat; (lition-feldspat).

Ortoklas	er omkring	65 kiselsyre,		18 lerjord,		16 kali.				
Albit	- —	69	—	19	—	11 natron.				
Oligoklas	- —	61	—	24	—	5 kalk,		8 natron.		
Labrador	- —	54	—	28	—	12	—	5	—	
Anortit	- —	44	—	35	—	19	—	1	—	
Trifan	- —	65	—	29	—			5 lition.		

Feldspat-lignende sammensætninger er foruden trifan (se under augit) også de følgende: skapolit, elæolit, leucit.

46.



Skapolit. Gruppen eier feldspat-sammensætninger (snart som oligoklas, snart som labrador), men med en liden vandgehalt 1—2. Kvadratisk. Søileformige krystaller. *Kl.* efter de to kvadratiske søiler. *H.* 5—6. *V.* 2.6 Forskjellige skidne grågrønne eller rødlige farver. Svag fedtglands. *F.*: på Arendals jernleiesteder, med titanjern Kragerø, med vesuvian Eker. — *Mikarel*, en med lys glimmer ganske opfyldt skapolit, Arendal Den hvide eller vandklare i de vesuviske blokke kaldes *meionit*.

Elæolit gruppen er kiselsyre 44, lerjord 33 og natron 15. Hexagonal som fig. 93. *Kl.* ufuldkomne., Bruddet musligt til ujævnt. *H.* 5—6. *V.* omkring 2.6. Mange farver, fra farveløs, grå til brun, blå, grøn. Glasglands på krystallens flader, men på alle brudflader udmærket fedtglands. *F.* 1) på gange i syenit ved Laurvik, Fredriksværn og på Langesundsfjordens øer, 2) som bestanddel af visse ændringer af bergarten syenit, nord for Laurvik, Miask i Ural (elæolitsyenit, miascit).

Herhen hører *nefelin*, som er farveløs eller grå med glasglands, i de fra Vesuv udkastede blokke, i visse basalter, samt *gisekit*, er smudsigfarvet, fra Grønland.

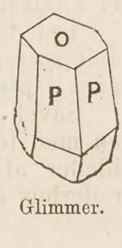
Leucit er en sammensætning som ortoklas, men i andre forhold med 21 kali. Kun i leucitoëdre, fig. 4. *H.* 6. *V.* 2.5. Bruddet, som er musligt, har en opalagtig glands. Farven smudsig. hvid, grå. *F.* hyppig som blandingsdel i Vesuvs lavaer sammen med augit. Man anså krystalformen for regulær; men G. vom Rath har vist, at leucitkrystallen tilhører det kvadratiske system nemlig leucitoëdret kommer istand ved en kombination af et oktaëder $c:a:a$ med en 8-sidig pyramide $4c:a:2a$. Ikosi-tetraëdret kaldes derfor ikke længer leucitoëder.

Glimmer. Gruppen indeholder kaliglimmer, magnesiaglimmer, litionglimmer og kalkglimmer. Men kiselsyren når kun til 48, 45, 52 og i margarit 30, lerjord 33, 18, 26, 49, jernoxyd, kali til 10, natron til 4, magnesia til 21 og 30, lition til 4 og 5, kalk i margarit til 11. De indeholde derhos ofte fluor, og lepidolit små mængder af de sjeldne metaller rubidium og cæsium.

Alle mineraler, som høre til glimmer-gruppen, er kjendelige ved den lette kløvning i *en* retning, som kan fortsættes til papirtynde og endnu tyndere skiver.

Krystalsystemet har man angivet forskjelligt, rombisk, klinorombisk, uagtet krystallerne ofte har et skuffende hexagonalt udseende navnlig nogle magnesiaglimmere. Optiske forhold er her bestemmende. Fuldkomne krystaller er sjeldne, de er undertiden tilspidsede i begge ender. Foran to skråt opstigende flader af et oktaëder *P*, på siden kort-fladeparret, oventil basis. Sædvanlig dog ser man kun stykker af krystaller, sædvanligst 6-kantede, sjeldnere tydelige rombiske blade. *Kl.* $\neq$ endefladen, yderst fuldkomne og med perlemorglands. *H.* 2—3. *V.* 2.7—3, lepidolit og margarit de tungeste. Brud sjelden at se, hårdhed ringe, i de forskjellige ændringer mellem 1 og 3. Almindelig stenvægt. Glimmerbladet er elastisk bøieligt, fra ganske gjennemsigtigt til ugjennemsigtigt. Glimmer har ved sin eiendommelige glands (halvmetallisk)

47.

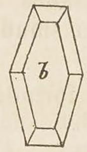


Glimmer.

et skuffende udseende. Intet „udueligt“ mineral er oftere antaget for erts. Hos os kaldes den undertiden kattesølv. Glimmer forvitrer vanskelig, smulrer op i stedse mindre blade og skjæl.

Ændringer: Man kan især adskille lys glimmer, sølvhvid, eller med blege farver, *muskovit* (indeholder kali); mørk glimmer, som er grøn, brun og sort, *biotit*; ildfarvet *flogopit* (indeholder magnesia), samt en grågrøn eller rødlig glimmer *lepidolit* (med lition). En sølvhvid kun lidet elastisk kaliglimmer i granit har man kaldt *margarodit*. En rød magnesiaglimmer i lava er *rubellan*. Flogopit findes i visse kornige kalkstene Kalkglimmeren, *margarit*, som er sølvhvid [*H.* 3—4] findes med smergel på dennes forekomster.

F. udbredt. De 2 første ændringer optræde som blandingsdele i mange bergslag, såsom i granit, gneis, glimmerskifer. Store krystaller eller brudstykker (plader) i de grovkornige granitgange, f. ex. Arendal, Hitterø (magnesia-glimmer), Skuterud (kali-glimmer).



Astrofyllit er et broncefarvet jernmangansilikat med lidet lerjord, af udseende som glimmer, dels i enkelte krystaller i almindelighed som figuren, *Kl.* i retning af fladen *b*, dels i stjerneformig sammensatte krystalaggregater. *F.* på egne gange i Langesundsfjordens øers syenit.

Klorit. Gruppen opviser især sammensætninger af kiselsyre omkring 31, lerjord omkring 17, magnesia 32—35, jernoxydul 4—3 og vand 12. De forskjellige ændringer: pennin, ripidolit, klinoklor, kan neppe adskilles uden ved optiske kjendetegn. Krystallerne er i almindelighed tilsyneladende hexagonale tavler, men systemet er for sidstnævnte skjævt rombisk.

Kl. let som hos glimmer $\neq$ endefladen eller tavlen. Bladet er bøieligt, men ikke elastisk. *H.* 1. *V.* 2.8. Farve grøn og sortagtig grøn, streg lysere. Perlemorglands som hos glimmer. Klorit holder i alle egenskaber midtveien mellem glimmer på den ene side og talk på den anden. Blandingsdel i enkelte bergslag, såsom kloritskifer, i mange vegstene, i visse graniter, findes også på ertsgange. Navnlig er klorit hovedmaterialet i de ved ertsleiesteder ofte forekommende fede sletter og knuder (såkaldte skjøler).

Talk. Gruppen indeholder dels krystalliserede, dels tætte mineraler med vand omkring 5, kiselsyre 62, magnesia (eller „talkjord“) 32. Er sjelden at se i tydelige krystaller, 6-sidige tavle. *Kl.* som hos glimmer og klorit i *en* retning, fuldkommen og med perlemorglands. Bøielig. *H.* 1. *V.* 2.7. Farve æblegrøn, lysgrøn, sølvglindsende undertiden. Ganske sæbeagtig at føle på. *F.* som blandingsdel i talkskifer og nogle vegstene. På skjøler.

Tæt talk med ujævnt splintrigt brud og uden kløvning har man kaldt *speksten*. Den er fedtlignende i farve og for følelsen. Speksten findes i pseudomorfose efter kvarts, enstatit og flere mineraler.

Såvel den bladige almindelige talk som den tætte, spekstenen, kan med lethed skjæres og arbeides. Kineserne forfærdige små gudebilleder af en egen speksten, *agalmatolit*. Nærstående med speksten er derhos også *merskum*, som er ukrystalliseret, mager at føle på, har

jordagtigt brud, glindsende streg, hænger ved tungen, svømmer en stund, indtil de fine porer fyldes, ringe *H.* Merskum (hav-skum) kan indsuge vand indtil 2 gange sin egen vægt.

Brucit ligner talk eller gips, hvid, med *Kl.* som talk, er vandholdig talkjord, med 30 vand, 70 magnesia, altså ikke noget silikat. *Kl.* som talk, bøielig. *H.* 2. *V.* 2.3.

Hydrotalkit, ikke krystalliseret, krumbladig, fed at føle på, hvid til gulagtig. *F.* sammen med serpentin, Snarum. Hydrotalkit ligner talk, men er intet silikat, består af magnesia 36, lerjord 12, jernoxyd 7 og vand 32 samt noget kulsyre 10.

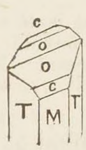
Serpentin. Gruppen indeholder vand 13, kiselsyre 42, magnesia 42, (undertiden derhos jernoxydul 2). Ikke krystalliseret oprindeligt, men findes undertiden i fremmede former (pseudomorfoser efter olivin o. fl). Ingen *Kl.* Brud musligt, jevnt, splintrigt; fed at føle på, kan med lethed skjæres. *H.* 3 +. *V.* 2.6. Sædvanlig gjennemskinnende ved kanterne, mat af glands. Man kan adskille *ædel* og *almindelig.* Den første har smukkere farver, sædvanlig gule og grønne, den sidste er gjerne smudsig grøn, brun, sort, ofte flekket, flammet. *F.* 1) som bergart af almindelig serpentin, hvori den ædlere sidder partivis. Feragsfjeldene og flere steder ved Røros, Gjørud ved Tyristrand; 2) ædel serpentin sammen med titanjern og talkspat, Snarum og Modum.

Asbest og *amiant*, forskjellige silikat-sammensætninger. Herunder hører flere trådige mineraler, som står i nøie forbindelse med hornblende, augit, serpentin. Amiant er yderst fintrådig, med silkeglands. Opvædet i vand, går trådene ud fra hverandre, viser sig bøielige. Asbest er grovtrådigere, af forskjellig hårdhed, undertiden ganske blød. Farven hos begge er mest lys grønlig, gulagtig til hvid. Amiant forekommer især i årer gjennemsværmende serpentin. Asbest ledsager hyppigt hornblende på visse leiesteder.

Berglæder og *bergkork* er besynderlige mineraler af egenskaber svarende til navnet, men med forskjellige sammensætninger. Farven grå, gul, brun, rødlig. Mager for følelsen, myg. *F.* på gangdrummer ved forskjellige ertsleiesteder.

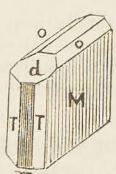
Hornblende. Gruppen indeholder silikat (kiselsyre 42—48) med eller uden lerjord 11—0, af magnesia 15—26, 13 kalk og 15—0 jern-

48.



Hornblende.

49.

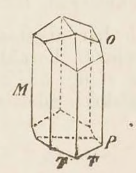


Hornblende.

50.



51.



Tvilling.

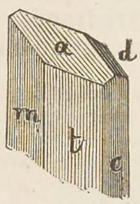
oxydul. Skjævt rombisk. Søilen *T* har en vinkel foran af $124\frac{1}{2}^{\circ}$, derhos optræder hyppigt skrå-fladeparret *M;* på enderne enten kun 2 flader af + eller ÷ oktaëder-fjerdedelen, eller de 2 + flader (*o*) *samt* basis *p.* Eiendommelige former er fig. 48 og 49, hvor foruden *o* også 2 flader af et høiere oktaëder, desuden *d* som er et høit halvdoma, derhos begge fladepar *M* og *m* med lodrette striber. Tvillingkrystaller opvise et rombisk udseende; de fremkomme således: fig. 50 tænkes gjennemskåret $\perp$ axerne *c b*, den ene halvdel dreies, og man

får fig. 51. De har 4 flader på en ende, 2 på den anden. Hornblendens krystaller er både korte og lange. *Kl.* ‡ søilen. *H.* 5—6. *V.* 2.9—3.4. Farven begsort, brun, ravnsort, grøn, ja ganske farveløs; stærk glasglands på kløvninger. Farven betinges ved forskjellig mængde af jernoxydul, jernoxyd o. s. v.

Ændringer: de begsorte kaldes *basaltisk* hornblende. *F.* i basaltisk tuf og lava. De grønne eller ravnsorte *almindelig* hornblende. *F.* udbredt, som blandingsdel i syenit, hornblende-granit, hornblendeskifer o. fl. Videre på visse gange, f. ex. med apatit, Kragerø, Snarum. De grønne, lange, stråligt liggende søilekrystaller af en vis gjennemsigtighed er *strålsten.* *F.* i talk-, klorit og glimmerskifer. Farveløse do. er *tremolit.* *F.* i kornig marmor og dolomit.

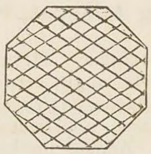
Kjendemærket mellem hornblende og augit ligger i kløvningernes vinkel, hos hornblende ligge kløvningerne efter søilen *T* med $124\frac{1}{2}^0$, hos augiten efter søilen *T* med 87^0.

52.



Babingtonit.

53.



Uralit-krystal, gjennemskåret.

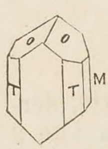
Babingtonit en jernrig sammensætning, ligner hornblende, men dobbelt skjævt rombisk. De lodrette flader, som tilhøre de skjæve fladepar *m* og *t* samt en søile-flade *c*, er lodret stribede. Ende-fladerne *a*, som er den skjæve basis, og *d* er stribede ‡ den indbyrdes kant. Vinkelen mellem *m* og *t* 112^0. *Kl.* ‡ *t* og *a*. I sorte, glindsende, små krystaller, indvoxede i rød feldspat. Arendal.

Arvedsonit er en sort hornblende med jernoxyd og natron, ledsager eudialyt på Grønland. Søilen med kl. $123\frac{1}{2}-124^0$. Sort, sortagtig grøn. Smelter i lysflammen. Gange i Fredriksværn og Langesundsfjordens øers syenit.

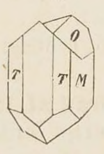
Antofyllit er et silikat af jernoxydul og magnesia, sammensætning omtr. som bronzit. Rombisk. En brun (som krydernelliken) eller rødlig hornblende med søilevinkel 125^0. *Kl.* lettest efter et fladepar, mindre let efter søilen. *F.* Kjennerud vand ved Kongsberg, Snarum, Skutterud, Bamle.

Uralit har augitens form, men synes indvendig som udenpå at bestå af en mængde små ‡ ordnede hornblendekrystaller. Kløvningens beliggenhed i forhold til krystalfladerne sees af fig. 53, som er et snit tværs over den søileformede krystal. *F.* sjelden på de Arendalske jernleiesteder, samt i visse mørke porfyrer, Bærum.

54.



55.



Augit-gruppen indeholder: silikat 55—50 oftest uden lerjord 0—5, af kalk 25—18, magnesia 18—14 og jernoxydul 2—8. Skjævt rombisk. Søilen *T* har en vinkel foran 87^0, derhos er gjerne søilens kanter afstumpede ved de 2 fladepar. På enden gjerne en skråtsiddende 2-fladig tilspidsning, som er + oktaëdrets flader *o*. Tvillingerne udmærke sig ved en indspringende vinkel på den ene ende og udspringende på den anden. Fig. 54 overskjæres ‡ det foranliggende fladepar, den ene halvdel dreies, og 55 fremkommer. Uligt hornblende-krystallerne er augitens gjerne kun korte. *H.* 4—6. *V.* 3.5. Glasglands som hornblende. *Kl.* ‡ søilen.

Ændringer: basaltisk augit er sort, stærkglindsende. *F.* i visse basaltiske tuffe; *almindelig* augit er mørk, grøn til sort, ugjennemsigtig *F.* udbredt: i visse bergslag, hvor kvarts mangler, som blandingsdel, såsom i gabbro, visse grønstene, dolerit, augitporfyr, mange lavaer. *Kokkolit* har man kaldt den kornige, grønne augit fra Arendals jernleiesteder. *Diopsid* er grøn og gjennemsigtig. *F.* indvoxet især i kornig marmor. *Jern-augit* med mer end 15 jernoxyd, mørk, ofte med en hud af jernrust.

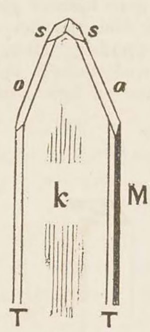
Meget lig almindelig augit er:

Akmit, et silikat af natron og jernoxyd, krystaller som augit, men lange og med spids som en spydod, derhos altid tvillinger; brunlig sort. *F.* indvoxet i kvarts på granitgang, Rundemyr på Eker.

Ægirin, en lignende sammensætning. Krystaller som augitens, gjerne uden fladepar; søilen foran omtr. $87\frac{1}{2}°$ derhos pyramide og basis. Oftest i sivformede krystaller uden endeflade, stribede på de vertikale flader. Grønsort til grøn. *F.* Gange i Langesundsfjordens øers syenit.

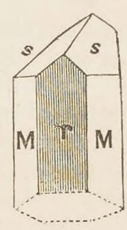
Trifan eller *spodumen* har augitens form. *Kl.* ╪ søilen, derhos mere fuldkommen efter skråfladeparret. *H.* 6.5. *V.* 3.1—2. Perlemorglands på de 3 kløvninger. Farve grålighvid, grøn. *F.* på jernleiested Utø; i granit Amerika. Feldspat sammensætning med lition (pag. 22).

56.



Akmit.

57.



Ægirin.

Nærstående ved augit er:

Diallag. Kl. yderst fuldkommen efter det ene fladepar, meget mindre fuldkommen efter det andet. *H.* kun 4—5. *V.* 3.2—3.4. Farve grøn eller rød. Glands metalagtig. Perlemorglands på de fuldkomne kløvninger, fedtglands på de andre. *F.* hyppig blandingsdel i gabbro. Tron i Østerdalen.

Enstatit, *broncit* og *hypersten* er *rombiske* augiter, der ved vexlende sammensætning går over i hverandre. Krystaller ligne augitens, oftest med mange flader; søilens vinkel foran omtr. 92°. *Kl.* efter søilen også efter et eller begge fladepar, hyperstenen en fuldkommen kløvning lig diallagens efter det ene fladepar. *H.* 5.5—6. *V.* 3—3.4. Farve: enstatit grå til smudsig grønliggul, bronzit smudsig grågrøn eller brungrøn, hypersten brun til brunligrød med metalagtig perlemorglands på den fuldkomneste kløvning. Sammensætning: enstatit kiselsyre 60, magnesia 39, hypersten kiselsyre med jern og lidt magnesia, broncit er overgangsled med magnesia og jern i vexlende mængde.

Enstatit går ved optagelse af vand over til speksten. — *F.* 1) i meteorstene, 2) på egne gange sammen med apatit og rutil i Bamle; ved Kjørrestad i Bamle store krystaller af enstatit, 3) som blandingsdel af bergarter navnlig gabbro og olivinsten. — Enstatit i olivinsten nær Hellesylt, broncit i kuglegabbro Romkollen, hypersten Soggendal ved Egersund.

Kondrodit, (*humit*) en sjelden sammensætning af kiselsur magnesia og fluormagnesium, rombisk, mangefladige krystaller, men sædvanlig kun i korn. Brud musligt. *H.* 6.5. Honninggul til rødlig. *F.* indsprengt i visse kornige kalkstene, Kristiansand.

Dikroïtens form: *Aspasiolit.* Sammensætning og form som dikroït, men vandholdig og blødere Grøn. *F.* som dikroït, Kragerø. *Praseolit*, grøn, *gigantolit*, brunlig sort, disse med *Kl.* ‡ basis. Praseolit, Bríekke i Bamle. *Falunit*, brun og sortagtig grøn, med *H.* 3.5, i dikroïtens former, søile med 6, 8 eller 12 sider, er vandholdige silikater tildels som dikroït.

Til *sillimanit* rombiske søilekrystaller med en kløvning, grå, brunlig, *H.* 6—7, kiselsyre 39 og lerjord 60, regnes *bamlit*, som forekommer i tynde grønlige stænglige krystaller, Bamle.

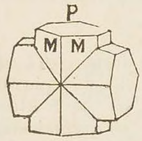
Andalusit rombisk, er kiselsur 37, lerjord 63. Søilekrystaller med en vinkel omtrent 91^0 (fig. 11). To øvre hjørner gjerne afstumpede ved doma. Gjerne stærkt bedækket med lyse glimmerskjæl, som gjør det vanskeligt at skjelne hårdheden og som skjuler den egentlige farve, der er smudsig rødlig, grå. *H.* 7. *V.* 3. Egen ændring er *kiastolit* i lange søilekrystaller eller nåleformig, indvoxet i lerskifer, alunskifer, Hakedalen, Hedenstad. På tværbruddet ser man en figur som *X*, fremkommet ved tvilling-sammensætning.

58.



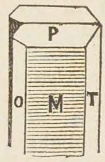
Kiastolit.

59.



Staurolit.

60.

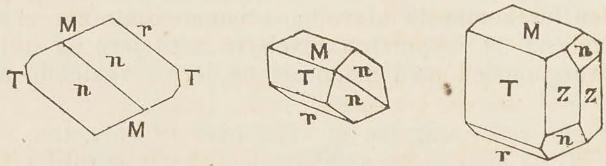


Disten.

Kyanit eller *disten*, dobbelt skjævt rombisk. Sammensætning som andalusit. Sillimanit, andalusit og kyanit har altså samme sammensætning, kiselsur lerjord; denne substans er altså triform. Søilekrystaller med vinkel foran *M T* 106^0. *Kl.* ‡ den bredeste søileflade *M*, som er vandret stribet. Denne søile *M T* er afstumpet skjævt ved et fladepar *o*. Endeflade er sjelden forhånden *P*, den ligger næsten lodret mod *T*, der er også *Kl.* ‡ denne flade. Derhos er krystallerne ofte tvillinger. Overskjæres en enkelt krystal ‡ *M*, og dreies den ene halvdel om den anden, fremkommer formen fig. 60, som har en indspringende vinkel langs den ene kant. *H.* høist forskjellig efter retningen, hvori man ridser. *V.* 3.5. Himmelblå De finstrålige og næsten farveløse kaldes *rætizit*. *F.* indvoxet især i kvartsnyrer i visse glimmerskifere. Eidets hytte.

Staurolit, rombisk, er kiselsur 30, lerjord 46 med jernoxyd 18 (vaklende forhold). Søilekrystaller med vinkel foran 129^0 afstumpet på siderne, derhos basis *P*. Ofte korsvis sammenvoxede tvillinger, rødlig brun. *H.* 7—8. *V.* 3.7. Indvoxet i visse glimmerskifere, Varglidfjeld i Sælbo.

61.



Epidot. Epidot. Epidot og ortit.

Epidot er et silikat 37, af lerjord 21, kalk 15 og jernoxyd 24. Skjævt rombisk. Mangefladige former undertiden. Søilen *z* har vin-

kel 109°. Krystallerne er udtrukne i længden ikke efter axen *c*, men efter *b* (den vandrette axe). Vinkelen mellem fladerne *M* og *T* er 115½°. Fladerne *n* (+ oktaëdrets flader) har vinkel 109½°. *Kl.* tydelige efter basis *M*, mindre tydelige efter retfladepar *T*. *H.* 6—7. *V.* 3.2—3.5. Farve især grøn, men også grå. Stærk glasglands på kløvningerne.

F. dels i skjønne krystaller på visse jernleiesteder (f. ex. Arendal), dels i små buskformige druser såsom på små hulerum i grønstene (f. ex. Kristiania). Grøn epidot har man kaldt *pistazit*.

Zoïsit har epidotens hårdhed og sammensætning, men kun lidet jern. Rombisk. Søilen 116°. En *Kl.* Grøn. *Tulit* er en rosenrød zoïsit fra Souland, Telemarken. *Saussurit* er en tæt zoïzit, som deltager i visse gabbro-bergarters blandingsdele, således Gulfjeld ved Bergen.

Zeoliter kaldes en hel skare af ganske forskjellige mineraler, som især ved forekomsten er kjendelige. I kemisk henseende kan man henføre dem under feldspat-sammensætninger (labrador) + vand. De er ofte smukt krystalliserede, og flere af dem har tydelige kløvninger i en retning samt stærk perlemorglands på den. Lette stene og på få undtagelser kun lidet hårde; vandklare eller hvide, kun sjelden farvede og da især rødligt. *F.* De sidde i hulerum i vulkanske bergslag, såsom især i basalt, ældre lavaer, tuffe, ofte på en skorpe af kalcedon eller sammen med bergkrystal og kalkspat. I porfyrernes mandelstene: natrolit og laumonit, Holsfjord, prenit, Borre. Eller de findes som yngste dannelser på gangspalterne Således i kalkspatgange, der overskjære jernleiestederne ved Arendal, heulandit, desmin, analcim, og fra Kongsbergs gange harmotom.

Desmin, rombisk. *Kl.* ‡ et fladepar, med stærk perlemorglands. Ellers glasglands. *H.* 4. *V.* 2.2. (fig. 30).



Chabazit.

Chabazit, hexagonal. Romboëder med 94°, altså næsten en terning, med fine fjærformede stribninger ‡ med 2 af hver flades kanter. *H.* 4. *V.* 2.2.

Stilbit, skjævt rombisk. *Kl.* ‡ skrå-fladeparret, med perlemorglands. Ellers glasglands. *H.* 4. *V.* 2.2. Undertiden rød (*heulandit*). (fig. 34).

Mesotyp og *natrolit*, rombisk. Søilen med *Kl.* og vinkel 91°. Glasglands. Optræder dels i tykke søilekrystaller, dels som de fineste nåle, dels i strålige aggregater. H. 6. *V.* 2.2. (fig. 28 a). *Avnesten* hvid eller rødlig, forvirret struktur, i Brevigs syenit. *Radiolit* er den strålige, *brevicit* er tydelige krystaller, fra Brevig.

Prenit, rombisk, som fig. 31, men lagt vandret. Søilens vinkel er 100°. *Kl.* ‡ endefladen, fuldkomne, men ofte krumbladige. Grøn. *H.* 6. *V.* 2.9.

Laumonit, skjævt rombisk. *Kl.* ‡ søilen, med silkeglands. Krystallerne falde let sønder til mel, idet de tabe krystalvandet. *H.* derfor sjelden at iagttage. *V.* 2.3. (fig. 32)

Harmotom, skjævt rombisk. *Kl.* ‡ et fladepar, men ufuldkommen. Dels i korsvis gjennemvoxede tvillinger, der ser ud som enkelte krystaller (omtrent som fig. 29), dels i korsvis gjennemvoxede dobbelttvillinger. *H.* 4—5. *V.* 2.4.

62. 63.





Apofyllit.

Analcim, regulær, ikositetraëdret fig. 4, undertiden med terning fig. 9. Ingen kløvning. *H.* 6. *V.* 2.2.

Apofyllit kvadratisk, et høit oktaëder, med afstumpet top (fig. 62) eller den 2den søile (fig. 63) med afstumpede hjørner. *Kl.* fuldkommen efter basis, med fiskeøie-glands. *H.* 4—5. *V.* 2.4.

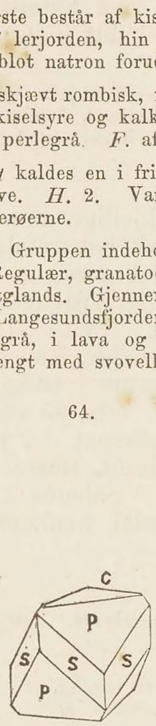
De 6 første består af kiselsyre, lerjord, kalk og vand. Mesotyp og harmotom har ved siden af lerjorden, hin dels kalk dels natron, denne dels kalk dels baryt. Videre analcim har blot natron foruden lerjorden, apofyllit har kalk og kali.

Datolit, skjævt rombisk, mangefladige hvide krystaller, uden tydelige *Kl.* *H.* 5. *V.* 3. Borsyre 21, kiselsyre og kalk, ligesom *botryolit*, der kun findes som drueformige overdrag på kalkspat, perlegrå. *F.* af datolit og botryolit i kalkspatgange, Arendals jernleiesteder.

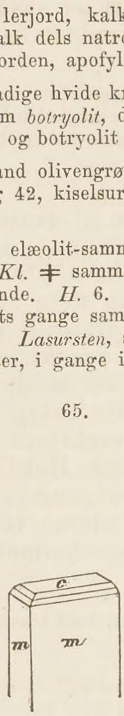
Klorofæït kaldes en i frisk tilstand olivengrøn og blød substants, der i luften antager sortebrun farve. *H.* 2. Vandholdig 42, kiselsur 33, jernoxyd 21. I visse mandelstenes blærerum, Færøerne.

Sodalit. Gruppen indeholder en elæolit-sammensætning + klornatrium (med 25 natron ialt). Regulær, granatoëdret. *Kl.* ╪ samme. Hvid, grå, grønlig, blålig. Bruddet har svag fedtglands. Gjennemskinnende. *H.* 6. *V.* 2.3. *F.* *Sodalit* i de vesuviske udkaststene, i Langesundsfjordens syenits gange sammen med elæolit. *Hauyn*, som er blålig, grønlig, grå, i lava og basalt *Lasursten*, som er vakker ublandet blå, sædvanligst drøi og isprængt med svovelkispunkter, i gange i granit, Baikalsø, Tartariet, o. fl. st.

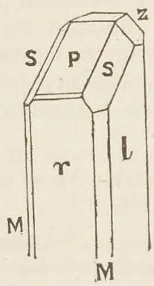
64. 65. 66.



Eudialyt.



Leukofan.



Wølerit.

Eudialyt er kiselsur zirkonjord med kalk, natron og jernoxydul. Hexagonal. Romboëder med polkant 63½°, derhos med basis og 2den søile (*p*, *c* og *s* fig. 64). *Kl.* ╪ basis. Granatagtigt udseende, rødligviolet. *H.* 5. *V.* 2.9. *F.* indvoxet i zirkon-syenit, Grønland. En brun afart har man kaldt *eukolit*, Brevig, Håø.

Katapleït, hexagonal i tavlekrystaller. *H.* 6. *V.* 2.8 Kiselsyre, zirkonjord og natron. *F.* med leukofan.

Helvin i tetraëder (fig. 6), gul og grøn. *H.* 6. *V.* 3.2. En sjelden forbindelse af kiselsyre, mangan og jernoxydul med svovlmangan. I syenit, Brevig.

Mosandrit, rombisk, fladtrykte søilekrystaller med en *Kl.* Rødligbrun eller grøn. *H.* 4. *V.* 3. Kiselsyre, titansyre, cer- og lantanjord samt vand. *F.* med leukofan.

Leukofan. *Kl.* fuldkommen i *en* retning. Kiselsur 47, beryljord 11, med kalk 25, fluor natrium 6 og 11, tilsammen 17. Krystallerne yderst sjeldne, som fig. 65: næsten retvinklede, med klyvningen i retning af fladen *c*; gjennemskinnende, bleg, grønlig hvid, med et vist skin. *H.* indtil 4. *V.* 2.9. *F.* Stokø og Låven i Langesundsfjorden på gange i syenit.

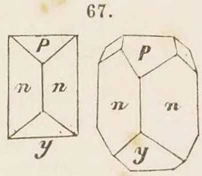
Melinofan er en sammensætning som leukofan, men med lerjord istedetfor beryljord. Kvadratisk, pyramide som fig. 14, men gjerne kun i ufuldkomne krystaller; gjennemsigtig, glasglands, smuk gul, skjør. *H.* 5. *V.* 3. *F.* som foregående på Stokø.

Wølerit, kiselsur kalk og natron med zirkonjord og niobsyre. Skjævt rombisk. Søilen *M* næsten retvinklet, afstumpet af de to fladepar *r* og *l*. På toppen ofte mange flader, deriblandt den skrå basis *P*. Temmelig tydelig *Kl.* efter et fladepar. Vingul, honninggul. Brud splintret, fedtglindsende. *H.* 5.5. *V.* 3.4. *F.* indvoxet i zirkonsyenit, Brevig.

B. Metalstene.

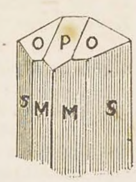
Sfen eller *titanit* er kiselsyre 32, titansyre 42 og kalk 25. Skjævt rombisk. De norske krystaller har sædvanlig hosstående form; alle vinkler, som her er synlige, meget stumpe; således $n:n = 136^0$, på kanterne derimod ganske spidse. Krystallerne forekomme gjerne indvoxede, rundt om udviklede. *Kl.* ufuldkomne. *H.* 5 +. *V.* omkring 3.5. Glasglands, undertiden fedtagtig. Farve enten lysegul eller mørk brun. *F.* i Norge: indvoxet i granit (Kjølen), syenit (Fredriksværn) og hornblende-granit (gange ved Arendal).

67.



Yttrotitanit eller *keilhauit*, skjævt rombisk som titanit, er en titanitsammensætning, men derhos ytterjord 10 foruden (ofte lerjord og) jernoxydul. *Kl.* i 2 retninger med en stump vinkel = 124°, brunlig rød til brunlig sort. *H.* 6.5. *V.* 3.7. *F.* indvoxet i grovkornige granitgange samt hornblendegranit, Arendal, Snarum.

68.

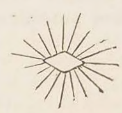


Liëvrit.

Liëvrit, rombisk. Søilens vinkel *M* er 110°. På toppen oktaëder *o* og doma *p*. Søileformige krystaller med stærk, lodret stribning, sort, ofte med hud af jernrust, fedtglands. *H.* 5—6. *V.* 4. Kiselsyre 29, kalk 12, jernoxydul og oxyd 54. *F.* på visse jernleiesteder, Elba.

Ortit er en epidot-sammensætning, men istedetfor kalkjorden en del sjeldne baser, cer, lantan og didym, tilsammen 14—20. Krystalform som epidot; sædvanlig sees kun søiler uden spidser. *Kl.* utydelig. Brud musligt. Fedtglands. Farve sort, streg grå. *H.* 6. *V.* 3.4 +. Sprød. *F.* i visse slags granit og især tydelig i grovkornige granitgange, indvoxet hist og her, ofte omgivet af fine ridser i granitmassen, hvilke løbe ud som stråler fra ortitkrystallen eller ortitpunktet. Store krystaller i de grovkornige granitgange, Arendal, Hitterø.

69.



Ortit.

Allanit og *gadolinit* er mineraler, som både i form, udseende og indhold, ja forekomst står så nær ortit, at det næsten er umuligt at adskille dem uden ved kemisk analyse. Gadolinit har undertiden beryljord indtil 7, ellers især kiselsyre og ytterjord 45. *F.* allanit på Grønland, gadolinit Hitterøs granitgange.

Torit og *orangit* er et snart harpixbrunt, snart appelsingult mineral, tungt, med et sjeldent stof, nemlig torjord 59—71, derhos kiselsyre 19 og vand 9—6. Kvadratisk som zirkon men krystaller yderst sjeldne. *H.* 4—5. *V.* 5.3. *F.* Langesundsfjordens øers syenit og på Arendals gange.

Tritomit. Regulær i tetraëdre. *H.* 5.5. *V.* over 4. Kiselsyre omtr. 20 med omtr. 40 cerjord og 15 lantanjord. *F.* På øen Låven i Langesundsfjorden, gang i syenit, sammen med zirkon, pyroklor, astrofyllit, ægirin, leukofan, mosandrit, elæolit o. fl.

Pyroklor, niobsyre, titansyre og kalk. Regulær, oktaëdret. Rødbrun til sort. Fedtglands i bruddet. *H*. 5. *V*. 4. *F*. indvoxet i zirkon-syenit, Fredriksværn, Arø.

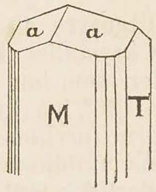
Kolumbit, rombisk. Mangefladige krystaller. Sort. Fedtglands i bruddet. *H*. 6. *V*. omkring 6. Indeholder niobsyre og jernoxydul. *F*. indvoxet i granit.

70.



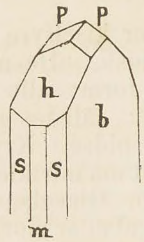
Tyrit.

71.



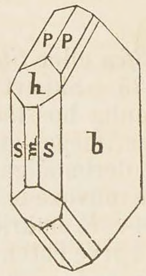
Polymignyt.

72.



Euxenit.

73.



Polykras.

(*Fergusonit*), *tyrit*, *bragit* er nærstående om ikke samme mineral. Kvadratisk. Tyrit en høi pyramide *z*, som står skjævt til toppens kvadratiske oktaëder *s*. Farve rødlig sort. Krystallerne bedækkede med en gulrød hud. Udseende som euxenit. *H*. omkring 6. *V*. 5—5.5. Indeholder især underniobsyre, ytterjord og cerjord. F. indvoxet i grovkornige granitgange, Arendal. Vandholdig, niobsyre, ytterjord, uran og ceroxydul o. fl.

Euxenit, rombisk. Søilens (*s*) vinkel foran 145°. På toppen et lavt oktaëder med stumpe polkant-vinkler. Krystaller sjeldne, fladerne klædte med en tynd grå hinde. Brunlig eller rødlig sort. Fedagtig metalglands. *H*. 6.5. *V*. 4.6—4.8. *F*. i grovkornige granitgange, Arendal, Jølster. Vandholdig niobsyre, titansyre, ytterjord, uran- og ceroxydul.

Polymignyt, rombisk. Lange, smale, prismatiske krystaller. Sort. Streg brun. *H*. 6.5. *V*. 4 8. *F*. indvoxet i zirkon-syenit, Fredriksværn Titansur zirkonjord og ytterjord, cerjord.

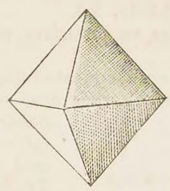
Polykras, rombisk, prismatiske nåle-krystaller. Sort. Streg brun. *H*. 6. *V*. 5. Udseende som euxenit. *F*. indvoxet i grovkornige granitgange, Hitterø. Sammensætning som polymignyt.

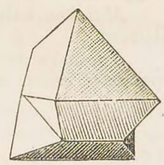
C. Ædelstene.

Diamant er rent kulstof. Regulær. De naturlige former, nærme sig ved sine mange flader undertiden til kuglen Foruden oktaëder (fig. 2), granatoëder (fig. 3), pyramideterning (fig. 5) forekommer nemlig også pyramide-oktaëdret og pyramide-granatoëdret (= hexakis-oktaëder). I den førstnævnte er fladernes antal (en 3-kantet pyramide istedetfor hver oktaëderflade) 3 × 8, i den sidstnævnte (en 4-kantet pyramide istedetfor hver rombeflade 4 × 12. *Kl*. i 4 retninger, efter oktaëdret. *H*. 10. *V*. 3.5. Vandklar, eller svagt gulagtig. Også fuldkommen uanselig, sort. Diamantglands. De uslebne fra Brasilien er matte, derimod fra Kap glindsende som gummidråber. Den sorte diamant kaldes *karbonado* (fra Bahia).

Korund er ren lerjord. Romboëdrisk. I krystallerne fremtræder gjerne søilen. *H*. 9. *V*. 4. *Kl*. i 3 retninger efter et romboëder. Man kan adskille 1) ædel, nemlig *rubin*, som er rød, og *safir*, som er blå; 2) almindelig korund med smudsige farver og af ringe gjennemsigtighed, kaldes også diamantspat. Denne korund er hel uanselig, og endnu mindre påfaldende ved udseende er 3) *smergel*, som er en blanding af korund og jernoxyd, tæt eller finkornet, sort, af skuffende lighed med oxydiske jernertser (se disse).

74. 75.



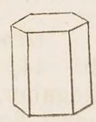


Tvilling.

Spinel, i reneste tilstand er den lerjord og magnesia, men erstattende disse kan også navnlig jernoxyd og oxydul tiltræde, hvorved stenen bliver uanselig. Regulær. Oktaëdret er hyppigt. Tvillinger ligeledes; man kan tænke sig et enkelt oktaëder gjennemskåret ‡ en af sine flader, og derpå den ene halvdel dreiet 60°. *Kl.* ufuldkomne. *H.* 8. *V.* 3.5 — 3.8. Farverne mangfoldige, man har røde, violette, blå og deraf navnene *rubin-spinel*, *almandin-spinel* o. s. v. En uædel spinel er *pleonast*, som indeholder meget jernoxydul 13—23, samt *ganit*, som indeholder jern- og zinkoxyd 24.

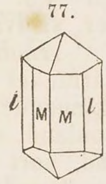
Krysoberyl eller *kymofan* er beryljord, lerjord og noget jernoxyd. Rombisk. *H.* 8—9. *V.* 3.7. Grønliggul og græsgrøn, den første med et smukt blåt, bølgende lysskjær.

76.



Beryl er beryljord 13, lerjord 16, kiselsyre 69. Hexagonal. Krystallerne minde undertiden om kvartsens, men på enden optræder foruden 6-fladige tilspidsninger også basis, der aldrig optræder hos kvartsen. *Kl* ganske ufuldkommen ‡ denne sidstnævnte flade. *H.* 7 - 8. *V.* 2.7. Farve mest gul og grøn. Glasglands. Man kan adskille: 1) *ædel beryl*. De smukke rent grønne = *smaragd*; de søgrønne kaldes gjerne *akvamarin*; 2) *almindelig beryl*, af smudsig farve, ikke gjennemsigtig. Krystaller af almindelig beryl forekommer undertiden i anselig størrelse.

77.



Topas består af kiselsur 35, lerjord 55 og fluor- 17 aluminium. Rombisk. Søilen *M* med vinkel 124° er ofte stribet lodret. Dens kanter er afstumpede af en anden søile *l*. Disse topasens 2 søiler er den ene næsten som hornblendens, den anden som augitens. Hvid topas med *Kl.* findes ved Fossum på Modum i granitgange. På enden flere flader, undertiden basis. *Kl.* tydelig efter basis eller den vandrette endeflade. *H.* 8. *V.* 3.5, nøiagtig som diamantens, hvorfor også vandklar topas undertiden udgives for diamant. Farve: sjelden vandklar, sædvanlig vingul, honninggul, bleg grøn.

Ædelstenes forekomst: de ædleste findes løst liggende imellem småsten, grus og sand på såkaldet sekundært leiested. De er komne did ved ældre fjeldes ødelæggelse. Således samles diamanter i Brasilien af et jernholdigt sammenkittet rullestensgrus (kaskalho), og i Dekan og på Borneo. Og således samles rubin, safir, krysoberyl på Ceylon, topas ved diamantvaskningen i Brasilien, spinel ligeledes på Ceylon og i Indien. Men også på oprindeligt sted kjendes nu de fleste af disse ædelstene. I Orange-Fristat (Kap) findes diamant i en forandret enstatit-førende bergart. Smaragd findes ved Ny-Granada i kalkspat-gange. Safir er fundet indvoxet i en gammel sort lava ved Rhinen. Topas forekommer i blege vingule krystaller i et eget kvartsholdigt bergslag i Sachsen. Beryl findes indvoxet i glimmerskifer, således ved Salzburg og på Kjerringø i Nordlandene. Også i grovkornige granitgange findes undertiden almindelig beryl. Vakker smaragdgrøn beryl, men ikke hidtil af klart vand, Minde ved Eidsvold.

D. Halv-Ædelstene.

Zirkon er kiselsyre 33 og zirkonjord 66. Kvadratisk. Søilen med 4-fladig tilspidsning pleier at forherske, enten i lighed med fig 28 a, men med kvadratiske gjennemsnit, eller som fig. 16 og 17. *H.* 7 - 8. *V.* 4.6. *Kl.* ufuldkomne. Brud gjerne muslig. Stærk glands. Farve især enten brun eller violet (rødlig); men også andre farver. Man kan adskille: *hyacint* som er rødliggul, *ædel* brun zirkon, som er brun med gyldent skjær, og *almindelig* zirkon, som er mat brun. Men også i andre mange farver forekommer med ædelstenene. *F.* enten løs sammen med ædelstene i sandet, eller på oprindeligt leiested, nemlig hyacint indvoxet i basalt, zirkon, på gange i syenitdistriktet mellem Fredriksværn og Langesundsfjorden. En hyacintagtig i granitgange, Arendal.

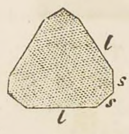
Alvit, rødligbrun i små krystaller af zirkonens form, synes at være en zirkon med ytterjord. Granitgange, Arendal.

Ørstedtit fra hornblende-granitgange, Næs ved Tvedestrand, derimod med titansyre. Begge er mindre hårde, 5.5.

Malakon kaldes en forandret vandholdig zirkon af bleg farve. *H.* 6. I granitgange, Hitterø.

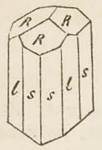
Turmalin er en sammensætning indenfor disse grændser: kiselsyre 38—42 med feldspaternes baser, men derhos også med en vis mængde borsyre 1—8 og fluor 1 – 2. Romboëdrisk. Man ser gjerne søilen med 3-fladig tilspidsning (af romboëdret) på enderne. Den første søile optræder kun med halve antal flader (*l*) og ledsages af den 2den søile (*s*). Tværsnittet ⟂ axerne *a* hos mange krystaller bliver derved næsten trekantet. *Kl.* utydelig. Glands stærk. *H.* 7 – 8. *V.* 3 – 3.3. Man kan adskille *ædle* turmaliner, der er gjennemsigtige, blå, grønne, røde, vandklare, og som ledsage ædelstene i sandet, samt *almindelig* sort turmalin, der i Norge forekommer indvoxet i visse granitgange f. ex. Ramfos, og kalkspatgange, Arendal. Brun turmalin, Skuterud.

78.



Tværsnit.

79.



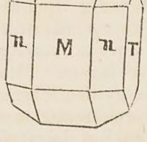
Granat er en sammensætning indenfor disse grændser: kiselsyre 40—44, lerjord 22—8, jernoxyder 40—12, kalk 5—33 og magnesia 15—0. Regulær. Sædvanlige form er granatoëdret fig. 3 alene, eller ikositetraëdret fig. 4 alene, eller sammensætning af begge (se fig. 9). *Kl.* ufuldkomne. Brud musligt, jævnt eller splintrigt. *H.* 6 + til 7 +. *V.* 3.5—4.3. Den forskjellige sammensætning begrunder forskjellige farver, sædvanligt røde. Glasglands eller fedtglands.

Ændringer: 1) *ædel* granat, *almandin*, Tvedestrand, *pyrop* eller karfunkel er kirsebærrød og blodrød, smuk, gjennemsigtig til gjennemskinnende. 2) *grossular* er grøn som grønne stikkelsbær, eller gul, Souland, og *hessonit* er honningbrun til rød. 3) *almindelig* granat er rød, sort = *melanit*. *Kolofonit* har man kaldt en harpixbrun granat fra Arendal, en grønlig tæt granatmasse kaldes *allokroït*, Gjellebæk.

Forekomst: 1) i masse, almindelig granat, som granatberg på visse jernleiesteder såsom ved Arendal; indvoxet i visse bergslag, navnlig i granit, i gneis (Tvedestrand, almandin), i hornblendeskifer, i serpentin (pyrop), blandingsdel i eklogit.

Vesuvian eller *idokras* er en granat-sammensætning. Kvadratisk. Pyramidens polkantvinkel 129½°. *Kl.* ufulkomne efter den 2den søile (fig. 15). Krystallerne ofte næsten cylindriske, idet mange søiler optræde af mellemstilling mellem 1ste og 2den, også ofte ligesom afskallende: det ene hylle sidder udenom det andet. *H.* 6—7. *V.* 3.4. Grøn, brun. De smukkeste ændringer er næsten gjennemsigtige. (Eiendommelig er *cyprin*, som er blå ved kobberoxyd, fra Souland). *F.* i visse kornige kalkmasser, Kristiansand. Ved granitgrændse, Eker, Drammen.

80.



Olivin (serpentin).

Olivin er kiselsur 42, magnesia 50, med jernoxydul 8. Rombisk. Søilen *n* med vinkel 130°. Mangefladige krystaller. *Kl.* ⟂ kort-fladeparret. *H.* 7. *V.* 3.3. Glasglands. Gulagtig grøn, klar og gjennemsigtig. Den ædleste med gyldent skjær kaldes *krysolit*. *F.* indvoxet enten som krystaller, korn eller knuder i basalt. Hyppig som bestanddel af gabbro og andre bergarter, også i visse meteorstene og olivinstene, sjelden som eget bergslag. Til serpentin forvandlet olivin findes med titanjern, Snarum, i formen fig. 80.

Dikroït er kiselsur lerjord og magnesia, derhos sædvanlig jernholdig. Rombisk. Søilen har stump vinkel 120°. Ved kort-fladeparret får krystallerne ofte et hexagonalt udseende, næsten som fig. 93. Viser i almindelighed 2 farver (dikroismus) nemlig violblå

og smudsiggul. Dog gives også farveløse. *H.* 7—8. *V.* 2.5. Brud som kvarts, men med svag fedtglands. *F.* indsprengt i grå gneis, samt på visse mineral-knuder i gneis, Kragerø, Tvedestrand.

Axinit er en meget sammensat forbindelse af kiselsyre og borsyre 5 med hornblendens baser. Dobbelt skjævt rombisk. Skarpe blinkende krystaller med skjærende kanter. En *Kl.* afstumper en af de skarpe kanter. Smuk violet til brunlig, ofte næsten gjennemsigtig. *H.* 7. *V.* 3.2. *F.* på visse gange, Kongsberg.

Tyrkis er vandholdig 18, fosforsur 27, lerjord 47. Ikke krystalliseret, fuldkommen amorf. Bruddet musligt til ujævnt. *H.* 6. *V.* 2.6—2.8. Farve himmelblå og spanskgrøn ved kobberoxyd. Stregen grønlighvid. *F.* på årer, som gjennemsværme visse hårde skifere.

Kiselsyrens gruppe indeholder: *a) opal* er en ren kiselsyre med vand, *b) chalcedon*, *c) kvarts* er ren kiselsyre.

Opal besidder ikke spor hverken af ydre krystalform eller af indre kløvning, er „formløs" (amorf), brud musligt, glands som gelée. *H.* mindre end kvartsens, kun omkring 6. *V.* kun omkring 2. *F.* på snore, årer, kløfter, hulerum i trachyttuf (Ungarn) og andre lignende vulkanske bergslag, hvor den må ansees som en i hulerummene stivnet opløsning af kiselsyre. Forskjellige opal-slags findes mellem „kiselsinteren", som geisir-kilderne aflagre.

Ændringer: *ædel* opal, melkeblå, halv gjennemsigtig, viser hist og her brændende regnbuefarver. *Almindelig* opal har smudsige farver. *Halvopal* nærmer sig til jaspis. *Hyalit* eller glasopal ligner glasdråber. Opal ofte som forsteningsmasse for fossilt træ.

Chalcedon. Ikke krystalliseret, står imellem opal og kvarts. *H.* som kvartsens. Brud finsplintrigt, gjennemskinnende helt eller ved kanterne. Farve „tåget," i det hvide, grå, blålige. *F.* dels som skivet chalcedon (figur 136), dels som drypsten i store og små hulerum i gamle lavaer, basalt, dolerit, f. Ex. Island.

Ændringer: ved kunstige midler farves almindelig hvid, skivet chalcedon til stribet sort og hvid *onyx*. *Karneol*, bekjendt som ringsten (til signeter o. s. v.), er en kjødrød chalcedon, *heliotrop* en løggrøn med små røde punkter.

Nær stående ved chalcedon er fremdeles *flint*, som er grå, med fladmusligt brud, forekommer paa oprindeligt sted i knoller og plader i kridtfjeld. Videre *jaspis*, som er en smuk rød, gul eller brun *flint*, samt *hornsten*, der er en flint med rød farve og som skinner gjennem som horn.

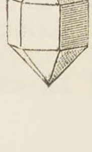
Hvad man kalder *agat* er en ofte smuk blanding af forskjellige kvarts- og chalcedon-ændringer, især af glasagtig kvarts, ametyst, chalcedon, jaspis. *F.* i mandelstene fyldende de såkaldte mandler (figur 137). Også på ertsgange.

Kvarts hexagonal eller romboëdrisk. Hyppigste form er søile med en 6-sidig pyramide. Polkantvinkelen er 133° fig. 81 og 82. De 3 afvexlende flader ofte udvidede på de andres bekostning fig. 83, ja de kan optræde alene som en romboëderspids fig. 84 med polkantvinkel = 94°. Vandrette stribninger på søilen (fig. 84). Ingen *Kl.* (se side 15)

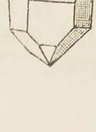
81.



82.



83.

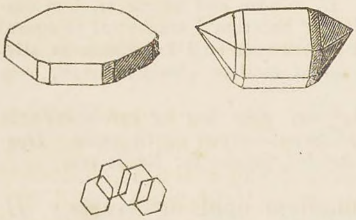


84.



Brud musligt til jævnt. *H.* 7. *V.* 2.6. I ren tilstand farveløs. Glasglands. *F.* udbredt. Deltager i bergarters sammensætning således i granit, gneis, kvartsit, sandsten; forekommer også på selvstændige gange, med eller uden erts, fremdeles i mandelstenes hulerum. Hvid drøi kvarts (ikke den vandklare) kaldes på adskillige steder i Norge *kattesten*, bergkrystaller kaldes derimod *dvergsmide.*

Ændringer: bergkrystal er vandklar, *røgkvarts* er røgfarvet. *Katøie* i runde stene er kvarts indvævet med amianttråde, har derfor en egen glands. *Ametyst* violet (måske ved en jernforbindelse). *Almindelig* kvarts er halvgjennemsigtig, hvid, grå. *Jernkisel* er gul eller rød (ved jernoxyd). Drøi kvarts er gjerne grå, hvid, melkehvid, bleg rosenrød (melke-kvarts og rosen-kvarts). *Prasem* er løggrøn.



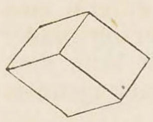
Tridymit [efter G. vom Rath]

Tridymit er kiselsyre ligesom kvarts [kiselsyren er dimorf]. Hexagonal, krystaller ørsmå dels enkelte, dels egne trillinger. *H.* 7. *V.* 2.3. *F.* på små sprækker og blærerum navnlig i trachyt; også i Jarlsbergs porfyr. Tegningen viser en enkelt krystal, en trilling (begge forstørrede), og det taglagte udseende af tridymit under mikroskopet (Zirkel).

E. Saltagtige stene.

De opføres her efter syren i følgende orden, først kulsyre, så fluor-forbindelser, så svovlsure, fosforsure, tilsidst borsure.

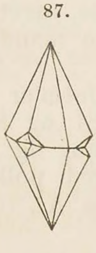
85.



Kalkspat er kulsyre 56 og kalk 44. Romboëdrisk. *Kl.* meget tydelige, fører til et romboëder (fig. 85) med 105^0 i polkanten.

86. 87.





Foruden dette romboëder forekommer også andre f. ex. (se fig. 22) $\div \frac{1}{2}$, $\div 2$ og $+ 4$, ligeledes hver for sig udviklede til krystaller. Derhos optræder skalenoëdre enkelt udviklede (som 86) eller med afstumpninger (som fig. 24) eller tilspidsninger. Videre sees den hexagonale søile (18) med ret påsat endeflade. Kalkspatens krystalrække indeholder en stor mangfoldighed af sammensatte former. Også tvillinger forekomme efter forskjellige sammensætningslove. De er kjendelige på de indspringende vinkler. Skjær fig. 86 over ⫩ axerne *a*, og drei øvre halvdel 60^0, så fremkommer 87.

Man kjender omkring 130 enkelte former, disse kombinerede 7—800. Betragtningen af kalkspaten gav Hauy udgangspunktet for krystallografien.

Brud er sjelden at se, da kalkspat springer itu efter de romboëdriske kløvninger. Sprød. *H.* 3. *V.* omkring 2.7. Sædvanlig farveløs, vandklar, hvid. De feilfri vandklare kaldes dobbeltspat og besidde dobbeltbrydning i høi grad. Når et farvende stof er tilstede, da er

det gjerne rødligt eller sort (jernoxyd, kul). Et væsentligt kjendemærke er, at al kulsur kalk skummer for syre, selv for svag og kold syre, derhos, at den kan brændes til kaustisk kalk (ulædsket kalk), som med heftighed forbinder sig med vand til kalkhydrat (lædsket kalk).

Ændringer: 1) *egentlig* kalkspat med fuldkomne kløvninger, krystalliseret og bladig. *Skiferspat* kaldes en hvid skifrig kalkspat med *Kl.* tilsyneladende kun i en retning. 2) *krystallinsk* kalkspat er især kornig. *Antrakonit* kaldes den mørke grovkornige til bladige, ofte stinkende. Hid hører også *marmor:* hvid, gul, rød, sort eller med flækker og flammer. 3) *trådig* og porøs kalkspat især som tydelig afsætning af vande, kaldes *travertin* (trådig eller porøs) *kalktuf* og *kalksinter* (jordagtig og porøs samt let). 4) kalkspat forekommer også som udmærket *drypsten*, især i huler i kalkfjeld. Fra taget hænge da tappe ned (stalaktiter), og den dryppende dråbe har på gulvet dannet tilsvarende tappe (stalagmiter).

F. udbredt, dels som hovedbestanddel af alle kalkstene, hvortil også ertesten og kridt hører, dels som et af de sædvanligste mineraler på ertsgange. Derhos forekommer kalkspat ved siden af chalcedon og zeoliter hyppigt i mandelstenes blærerum (udfyldende „mandler“). Endelig som drypstensdannelse i de store kalkhuler, som afsætning af kilder, og som et af de hyppigst forekommende forstenende emner i fossilerne. De smukkeste og største krystaller haves fra gange. Dobbeltspat fra blærerum. Den største masse dobbeltspat findes ved Helgustadlid, Eskifjord, Island.

Aragonit består af kulsur kalk ligesom kalkspat, men krystalliserer rombisk, navnlig ofte i tilsyneladende hexagonale former. Søilens vinkel er 116°. *H.* 3.5. *V.* 2.9. Udseende forøvrigt som kalkspat, men uden *Kl.* Den forekommer i mandelstenens blærerum, samt i nogle varme kilders afsætninger, således navnlig i den + 60—74° R. varme Karlsbader-sprudels afsætninger, hvor der dannes sprudelsten (rødlig farvet ved iblandet jernokker) og ertesten.

Witerit, kulsur baryt, rombisk; men med skuffende hexagonal lighed, krystallerne ligne næsten kvarts [fig. 82]. *Kl.* ╪ de flader der tilsammen efterligne den 6-sidige søile. *H.* 3.5. *V.* 3.2. Hvid, grøn, grønlig, ofte med en ugjennemsigtig hvid hud; men ellers gjennemskinnende. *F.* især på ertsgange med blyglands. Giftig.

Strontianit, kulsur strontian, rombisk som aragonit. Krystallerne er mest nåleformede eller samlede til trådig masse. *H.* 3.5. *V.* 3.7. Vandklar eller med svagt grønligt, gulagtigt skjær. *F.* på de samme ertsgange.

Talkspat er kulsur 52, talk 46 (ɔ: magnesia). Romboëdrisk. Et romboëder ligt kalkspatens fig. 85 forekommer. *Kl.* ╪ dette med vinkel 107½°. *H.* 4. *V.* 3. Vandklar, hvid, ofte gult farvet (ved jern). Stærkere glands end kalkspat. Talkspat skummer vanskeligere for kold syre end kalkspat, opløses derimod let af varm saltsyre. *F.* i visse talkholdige bergslag, såsom indvoxet i talk- og klorit-skifer, vegsten, serpentin. Også i store masser af kornig struktur sammen med serpentin, Snarum. Tæt talkspat, uden kløvninger, forekommer som såkaldet *magnesit* i snehvide, udenpå gulgrå knoller, ofte blandede med fint fordelt kiselmasse, der giver knollerne en undertiden betydelig hårdhed. Således i serpentinkonglomerat ved Røragen, nær Røros.

Dolomitspat er ½ kalk- og ½ talkspat. Romboëdrisk. Et romboëder lig kalkspatens, med 106°. *Kl.* ≠ dette romboëder, men gjerne med noget krummede flader. *H.* 3.5—4.5. *V.* 2.8—2.9. Skummer neppe for kold syre. Vandklar, hvid, men sædvanlig brun udenpå (ved oxydation af jernoxydul, som er iblandet i ringe mængde). Af denne brune farve navnet *brunspat* for jernholdige ændringer.

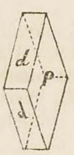
F. 1) som hovedbestanddel i bergarten dolomit; 2) kyrstalliseret på hulerum i samme bergart; 3) som brunspat på ertsgange.

Flusspat består af fluor 47 og calcium 52. Regulær. Terning. Oktaëder og granatoëder forekomme alene som fig. 1, 2, 3, eller i sammensætninger, som sees af fig. 9. *Kl.* tydelige, føre til oktaëdret. *H.* 4. *V.* 3 +. Farveløs eller farvet, fra fuldkommen vandklar til gjennemsigtig gul, grøn, violet; undertiden som såkaldet tæt *flus*, ugjennemsigtig (kun ved kanterne gjennemskinnende) eller jordagtig, violet. Glandsen er især på *Kl.* og brud eiendommelig, nemlig en fugtig glasglands.

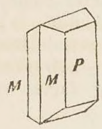
F. især på ertsgange, Englands blyglandsgange, Kongsbergs sølvgange, tingangene, også på snore og hulerum i porfyrer.

Kryolit består af fluor 53 med aluminium 13 og natrium 33. Krystaller (dobbelt skjævt rombiske) sjeldne, se ud som små terninger. *Kl.* i 3 retninger under næsten rette vinkler, men ikke lige fuldkomne. *H.* 3 ÷. *V.* 2.9. Hvid, islignende, også rødlig brun. *F.* eiendommeligt leiested i Syd-Grønland, Iviktut i Arsutfjord, hvor den i dybet også findes røgfarvet.

88.

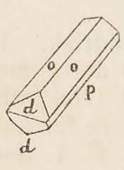


89.



Tungspat er svovlsur 34, baryt 65. Rombisk. *Kl.* fører til en tavle fig. 88. De fuldkomneste ligge som fladeparret *P* ikke fuldt så fuldkomne som doma *d*. Vinkelen foran mellem *d* og *d* = 101½°. Vinkel foran for søilen *M* (hvis formel er ∞ P̆ 2) = 77½°, og vinkelen oventil for det andet doma, (hvis formel er P̆ ∞) i fig. 89 er = 105°. Foruden disse former optræder også andre, mere sammensatte. *H.* 3. *V.* 4—5. Den er tung. Vandklar, hvid, sjeldnere farvet. Kjødrød tungspat har udseende som feldspat, men kjendes let på den mindre hårdhed. *F.* med ertser på gange og gangudvidelser. Kongsberg. Også Elledalen ved Farsund. Med manganertser ved mørke porfyrer, og undertiden i disses blærerum. Også udfyldende det indre hulerum leilighedsvis i nogle fossiler.

90.



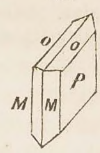
Cølestin.

Cølestin er svovlsur 43, strontian 56. Rombisk, som tungspat, *d* : *d* = 104°, *o* : *o* = 103°. *H.* 3—4. *V.* 3.9. Farveløs, vandklar; ofte også bleg himmelblå. *F.* sammen med svovl, Sicilien. Leilighedsvis i det indre af flinteknoller, også i nogle fossiler.

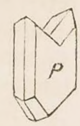
Gips. Gruppen indeholder vand 21, svovlsyre 46, kalk 32. Skjævt rombisk. Krystallerne minde om augit, men har ikke fladeparret foran. Vinklerne er også andre end hos augiten: halvoktaëdrets vinkel *o* : *o* = 143°. Søilens vinkel *M* : *M* = 111°. Tvillinger som hos augiten, kjendelige på den indspringende vinkel. *Kl.* fuldkommen med perlemorglands efter skråfladeparret, i figuren betegnet med *p*, formelen er (∞ *P* ∞). *H.* 2.

V. 2.3. Vandklar, hvid, sjelden farvet. Gips med tydelige *Kl.* kaldes *bladig.* Den forekommer også ganske *fintrådig* med silkeglands, ligner da amiant. Finkornig til tæt gips er bekjendt under navnet *alabast,* gjennemskinnende. Gips kan med lethed skjæres. *F.* udbredt som bergart i formationerne; sammen med stensalt på stensalt-stokke og leier, sædvanlig ledsaget af ler; sammen med svovl på steder, hvor de vulkanske eftervirkninger spille.

91.



92.



Anhydrit kaldes en ikke vandholdig gips med 3 ⊥ mod hinanden stående *Kl.* *H.* over 3. *V.* over 2.8. *F.* sammen med gips.

Apatit. Gruppen indeholder væsentlig fosforsyre 42, kalk 54, (derhos også noget klorcalcium eller sjeldnere fluorcalcium). Mængden af klor 0.5—4. Hexagonal. *Kl.* efter den hexagonale søile samt efter den ret påsatte endeflade. Man kan således udspalte formen fig. 18. *H.* 5. *V.* 3.3. Mange farver. I Norge fornemlig: *a)* kjødrød Kragerø; *b)* aspargesgrøn, Snarum (Øxøiekollen), Søndeløv; *c)* blå *moroxit,* Arendal. Glasglands pa krystalflader, fedtglands på kløvningsflader. Brud gjerne splintrigt. Forekomst i Norge: 1) på egne gange i eller ved gabbro, kyststrækningen mellem Langesundsfjorden og Arendal; 2) indsprengt synlig i enkelte bergslag, navnlig af *c* på jernleiesteder med granat. augit, magnetjern, sjelden dog i nogen mængde; 3) mikroskopisk indsprengt i fast alle eruptiver.

93.



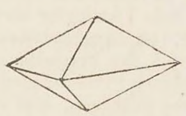
Fosforit kaldes den tætte, ikke krystalliserede, fluorholdige og med meget jernoxyd forurenede, gul, grøn, brun, mat. *F.* i knoller med jernerts. Amberg, Bayern.

Magnesia-apatit med magnesia istedetfor kalken er: *Wagnerit* klinorombisk små vingule mangefladige krystaller, yderst sjelden, på kløfter i lerskifer, Werfen. *Kjerulfin* rombisk (?) vingul, gulrød, ligner forresten apatit. *F.* som apatit. Havredal (Bamle).

Xenotim eller *ytterspat* er fosforsur 33, ytterjord 62 med noget ceroxydul og jernoxydul. Et sjeldent mineral, der findes indvoxet i Hitterøens granitgange. Kvadratisk. Oktaëder med polkantvinkel 124°. *Kl.* ⫩ søilen. Rødbrun, gulbrun. Fedtglands. *H.* 4 5. *V.* 4.4.

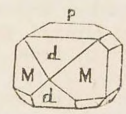
Monacit er fosforsur cer- og lantanjord samt torjord, skjævt rombisk, søilen 95½°, *Kl.* efter basis. *H.* 5. *V.* 5. Udseende som ytterspat. *F.* Lindesnæs i granitgange i store krystaller. *Urdit* fra Arendal er det samme mineral.

94.



Ytterspat eller Xenotim.

95.



Monacit.

Vivianit er, når den er farveløs, fosforsurt 27, jernoxydul 44 med vand 28. Sædvanlig er den dog blå og indeholder da en del jernoxyd ved siden af oxydulet. Skjævt rombisk. Krystaller omtrent som gipsens. *Kl.* udmærket ⫩ skrå-fladeparret. *H.* 2. *V.* 2.6. Oftest blå, kan også være farveløs og vandklar. *F.* På nogle ertsgange. Leilighedsvis dannet i det indre af fossiler. [Se fosforsyrens kredsløb. Andet afsnit]. Jordfundne jernsager er undertiden bedækkede med blåjord i huden. *Blåjord,* jordagtig vivianit, undertiden i kugler og knoller, i torv.

Kakoxen er fosforsurt 21, jernoxyd 47 med vand 32, danner okkergule, trådige, silkeglindsende overdrag. *H.* 1. *F.* på kløfter i brunjernsten.

Wawellit er fosforsur lerjord med vand, i forholdet 35 : 38 : 27. Rombisk, krystallerne nåleformige, ordnede i bundter eller kugler eller stjerner, hvid, grå, gulagtig. *H.* 3 +. *F.* på kløfter især i lerskifer.

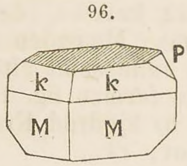
Boracit er borsur 69, magnesia 31. Regulær. Sammensætning af overveiende terning med granatoëder og tetraëdre, fig. 1 og 3 med 6 og 7. Grå. *H.* 7. *V.* 3. *F.* indvoxet i gips. Således i gipsberget ved Lüneburg og Segeberg. Uren boracit, Stassfurtit, i knoller fra stensalt, Stassfurt.

3. Ertser,

A. Saltagtige ertser.

De opføres her (efter metallet) i følgende orden: først kobber-ertser, så bly-ertser, zink-ertser, jern-erts, sølv-erts og tilsidst forskjellige.

96.



Kobberlasur.

Kobberlasur er kulsurt 24, kobberoxyd 70 med vand 6. (Kobberets mængde 55). Skjævt rombisk. Søilen *M* har vinkel foran 99½°. *Kl.* i en retning ╪ *P.* *H.* 4. *V.* 3.6. Farve lasurblå. Stregen lysere. *F.* sædvanlig sammen med malakit på visse kobber-ertsleiesteder. Indstrøet som sjeldenhed på nogle jernleiesteder.

Malakit er en lignende sammensætning (kobberets mængde 57). Sædvanlig drøi med bulet overflade og trådig textur, sammenlign fig. 114. *H.* 4 ÷. *V.* 4. Farve grøn som smaragd. Streg grøn. *F.* som lasur Forskjellige kobberertser angive sig ved kobbergrønt i huden, ligesom også jordfundne kobber- og bronzesager (sammenlign okker).

Kiselkobber eller *krysokol* er vandholdig 20, kiselsur 34, kobberoxyd 45, findes ikke krystalliseret Brud musligt. Glands harpixagtig. Grøn indtil blå. *H.* 2—3. *V.* 2. *F.* sammen med andre kobber-ertser på leiestederne, men sjelden i større mængder.

Atakamit, rombisk krystallerne små. Søilen med kort doma. Farven eftersom lyset falder dels sortagtiggrøn, dels vakker smaragdgrøn, stærkglindsende. Består af kobberoxyd med klorkobber og vand. *F.* på ertsgange i mængde i Chili, Bolivia. Undertiden lig skimmel som overdrag på lava fra Vesuv.

Hvidblyerts, rombisk, lig aragonit. *H.* 3—4. *V.* 6.5. Hyppigst hvid, dog også ganske vandklar og farveløs, undertiden sort anløbet Diamantglands. Dels i smukke og tydelige krystaller, dels i stænglig struktur med silkeglands. Den består af kulsyre 16 og blyoxyd 83. *F.* på blyglands-leiesteder i de øvre dyb sammen med andre flere blyertser, såsom *blyvitriol*, der krystalliserer i lighed med tungspat og er svovlsur, udseende forøvrigt som hvidblyerts; videre med *grønblyerts*, der er hexagonal som apatit, grøn og indeholder fosforsyre; *gulblyerts*, som er kvadratisk, tavleformig, honninggul og indeholder molybdænsyre; *rødblyerts*, skjævt rombisk som augit, med kromsyre.

Zinkspat eller *galmei*, hexagonal, i små uanselige men stærk blinkende romboëdre (med polkant = 107½°), vandklar til hvid. *H.* 5. *V.* 4.4. Hyppigst med bulet og drueformig overflade og med fintrådig struktur, hvid, grønlig, udenpå ofte brunlig. Den består af kulsyre 35 og zinkoxyd 65. *F.* som hovederts på zinkleiestederne (sammen med kiselgalmei; især i kalkstene tilhørende forskjellige formationer.

Kiselgalmei er vandholdig 7, kiselsur 25, zinkoxyd 67, rombisk. Krystallerne er små og sædvanligst tavleformede. *Kl.* efter søilen. *H.* 5. *V.* 3.5. Glands stærk. glasglands, perlemorglands på tavlefladen. *Willemit* er vandfri kiselgalmei. Farveløs, hvid eller svag gulagtig, brunlig o. s. v. Foruden krystalliseret forekommer den med bulet overflade som drypsten o. s. v. på zinkleiestederne.

Jernspat. Gruppen indeholder kulsyre 38, jernoxydul 60—50, næsten altid derhos manganoxydul. Romboëdrisk. Sædvanlig er et romboëder lig kalkspatens med 107°. *Kl.* som dette. *H.* 4. *V.* 3.8. Farve gul og brun. Ofte halvgjennemsigtig eller gjennemskinnende.

Den taber glands og gjennemsigtighed ved forvitring, især den manganholdige, som bliver sort. Glasglands. Man kan adskille: med spat struktur ɔ: med kløvninger (hvortil også den krystalliserede hører) og tæt eller drøi (hvortil lerjernsten, kuljernsten og sfærosiderit hører). Som *lerjernsten* betegnes brune eller sorte urene afændringer med 30 — 33 pct. jern, *kuljernsten* kaldes undertiden disse, når de brændbare emner udgjør 25—30 pct. Lerjernsten findes i kulformationens lag, de mest berømte er Englands og Skotlands „black bands", nemlig i lag fra mindre end 1 tomme til 2 fod mægtige. Derhos i lias. Ellers ofte i knoller mellem lagene. Med *sfærosiderit* har man betegnet en sortagtig ændring af finkornig eller finstrålig struktur med halvkugleformet overflade. Den findes i blærerum i basalt.

F. Jernspat på gange, leier og stokke. Lerjernsten i formationerne: kultiden og lias o. fl.

Hornsølv er sølv 75 med klor, regulær, terning også drøi, smidig, kan skjæres som ost. *H.* 1 +. *V.* 5.5. Fedtagtig glindsende, grå. *F.* tilligemed en anden, lignende rig sølverts klor-bromsølv, som er grøn, i Chili og Mexiko.

Uranglimmer er 2 slags, enten kobberholdig (grøn) eller kalkholdig (gul), forøvrigt en vandholdig, fosforsur uranoxyd. Kvadratisk. Krystallerne er tavler med *Kl.* efter basis. Sammenlign fig. 12, men med kortere søile. *H.* 2. *V.* 3 +. Smaragdgrøn og gul.

Tungsten er wolframsur 80, kalk 19. Kvadratisk. Et høit oktaëder med 129° i middelkanten forekommer gjerne forherskende. Mange *Kl.* De bedste ligge gjerne efter basis, de andre efter 2 oktaëdre. *H.* 4—5, *V.* 6. Fedtglands, gjennemskinnende. Farve hvid — sjeldnere gul og brun. *F.* sammen med wolfram.

Ved endelsen *blomst* betegner bergmanden forskjellige metal-salte (især arsensure), som ledsage de vedkommende ertser, ligesom udblomstrende af dem i små krystal-grupper som nåle, eller endog kun hårfine.

Arsenikblomst. Dette betegnende navn er brugt for 2 forskjellige — men i selskab optrædende og i udseende næsten lige mineraler 1) arsen syrling, 2) vandholdig arsensur kalk. Den første *hvid-arsenik, rottekrudt* — viser sig som et hvidt mel eller fine nåle i gamle gruberum på gedigen arsen, arsenikkis og speiskobolt. Yderst giftig på grund af arsensyrlingens opløselighed. Smagen sødagtig.

Den anden farmakolit — *giftsten* forekommer dels som små erter, indvendig af trådig textur, i hårfine krystaller — dels i synligere krystaller af gipsens form. Hvid, udseende næsten som klare eller hvide gipskrystaller. Sammen med koboltbeslag på kobolt- og arsenførende gange.

Koboltblomst er arsensurt 38, koboltoxyd 37 med vand 24. Skjævt rombisk, som vivianit; men krystallerne kun nåleformede og udbredte i strålige grupper. Ferskenblomsterrød. *H.* 2. *V.* 3. I jordagtig tilstand, og sædvanlig da blandet med den snehvide arsenikblomst (den giftige arsensyrling), kaldes den *koboltbeslag*. *F.* følger kobolt-ertser.

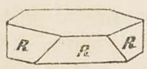
B. Oxydiske ertser.

De opføres her således: først de jordagtige (okker), dernæst (efter metallet): jernertser, mangan, tin, titan, kobber, zink, wolfram.

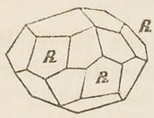
Okker. Herved forståes egentlig kun metaloxyder af jordagtig natur og ofte vandholdige. Dog udstrækkes også navnet til adskillige

metal-oxyder med fremmede syrer. Okker opstår derved, at vedkommende metal eller erts ruster og tæres, forskjelligt okker ledsager derfor ertserne og forråder dem i dagfladen. Som **rød okker** kan nævnes *rød jernokker*, som er jernoxyd, og *rød blyokker* eller *mønje*, som er en blanding af forskjellige bly-oxyder. Mønje forekommer neppe naturligt udvitrende, men dannes ved hytteprocessen. **Brun** eller **brungul** er den hyppigst forekommende almindelige *jernokker*, som er vandholdig jernoxyd. Derhos kan *wad*, som er silkebrun eller brunlig sort, regnes deihen. Wad er en blanding af forskjellige manganoxyder samt vandholdig. **Sort** er sort *jordkobolt*, som har glindsende streg og er en blanding af mangan, kobolt og kobber, alt i oxyderet tilstand, derhos vandholdig. **Grøn** er (foruden den jordagtige malakit eller *kobbergrønt*, hvilken meget vel kunde regnes hid) *kromokker*, som er et med grønt kromoxyd blandet ler. Videre *nikkelokker*, som er æblegrøn og består af arsensyrling, nikkeloxyd og vand. **Gul** er *gul blyokker* (bleg gul), som er blyoxyd. Videre *uranokker* (citrongul) er vandholdig uranoxyd med lidt svovlsyre, *antimonokker* er en blanding af forskjellige oxyderede antimon-forbindelser. Også *molybdænokker*, *wismut-okker* og *wolfram-okker* er mer eller mindre gule, den sidste grønlig gul, den næstsidste ofte ganske grå. Alle disse 3 okkere er rene surstofforbindelser (syrer).

97.



98.



Speiljern er jernoxyd med 69 jern. Romboëdrisk, mest i sammensatte krystaller. Fig. 97 (fra Vesuv-krateren) viser en tavleform, basis med romboëdret *R*, hvis polkantvinkel = 85° 58′, fig. 98 (fra Elba) en sammensætning af *R* med en hexagonal pyramide ($\frac{4}{3}$ *P* 2 med polkant = 128°) og på toppen et lavt romboëder ($\frac{1}{4}$ *R*), som er vandret stribet. Af speilende glands som poleret stål. *Kl.* ufuldkomne. *H.* 5.5—6.5. *V.* 5 +. Farve jernsort, stålgrå, mørk. De brogede farver, som speiljern ofte viser, er anløbsfarver, fremkomne ved oxydation i huden. Stregen er kirsebærrød, stærk metalglands.

Ændringer: speiljern og *jernglands* i større stykker speilende eller med stærk glands. *Jernglimmer* i små skjæl. *Rødjernsten* (blodstensmalm) kaldes den tætte, røde. Den optræder især med glaskopfstruktur ɔ: med en bulet drueformet eller nyreformet overflade forenet med en strålig eller trådig radialstruktur. Stregen hos alle er rød. En med ler stærk forurenet rødjernsten er bekjendt under navnet *rødkridt*, som skriver rødt. Jernglands dannes på sprækker i vulkankratere, således på Vesuv. *F.* i Norge er væsentlig: 1) indsprengt som jernglimmer i bergslag, f. ex. i kvartsskifer; 2) på egne leiesteder: *a*) som næsten rene masser af jernglands, undertiden sammen med magnetjern, Nissedal, Kolsrud skjerp i Sigdal, Spetals gruber ved Kongsvinger, egne gange på Langø ved Kragerø; *b*) som rødjernsten i serpentin, Fens grube ved Holden jernværk.

Brunjernsten er jernoxyd med vand, med forskjellig jernmængde, mindre end rødjernstenens. Sjelden krystalliseret, rombisk (*Gøthit*). Krystallerne har stærk glands, næsten diamantagtig. Sædvanlig som glaskopf eller i drypstenformer, tæt til jordagtig. *H.* går indtil 5, *V.*

indtil 4. Farven er brun, sort, gul. Stregen gulbrun. Ganske jordagtig er den løs som brunt og gult jernokker. *F.* er sjelden i Norge. Særegne er desuden: 1) den med silikat forurenede gule eller brune *lerjernsten*; 2) *bønne-erts* er lerjernsten i bønne-form; 3) de forskjelligt formede *myrmalme*. Disse består af jernoxyd, vand og mer eller mindre manganoxyd, fosforsyre, kiselsyre, organiske syrer o. s. v. samt med mekanisk iblandet ler, sand. Farven er sort, brun til gulagtig. I yderst forskjellige former, hvoraf de svenske navne som: ertemalm, perlemalm, penningemalm. *F.* på bunden og i randen af sø og myr (hvoraf navne som sjømalm, myrmalm) eller på sandige fladstrækninger. Man har iagttaget, at visse bønne-ertser og myrmalme indeholde et spor af vanadin indtil 1 pct.

Magnetjern (svartmalm) er jernoxyd med jernoxydul; med 71 jern. Regulær. Oktaëder, granatoëder eller begge i forening. Ofte i tvillinger som fig. 75. *Kl.* føre til oktaëdret, de er snart fuldkomne, snart ganske ufuldkomne. *H.* 5.5—5.6. *V.* 5 +. Jernsort, stregen sort. Magnetisk, virker stærkt på magnetnålen. Enkelte ændringer vise også en stærk selvmagnetismus, tiltrække og fastholde jernfilspån. Dette er „attraktorisk" magnetjern, Åserud, Nittedal.

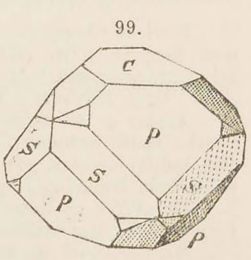
Ændringer: bladig magnetjern med tydelige *Kl.*; *kornig* do. med krystalkorn; *tæt* magnetjern. *F.* Magnetjern i ørsmå krystaller er ganske sædvanlig i vulkanske bergarter, lava'er, i basalter, trachyter, selv i de ganske til glas smeltede såsom obsidian. Synligere optræder magnetjern ofte i granit, syenit, porfyrer o. s. v. F. i Norge er især: 1) indsprengt i bergslag, såsom i granit og stribet granit (granatoëdre) eller i kloritskifer og talkskifer (oktaëdre); 2) på egne jernleiesteder i en masse (som kan kaldes granatberg) af granat, augit, ofte kalkspat, Arendal; 3) i masser og klumper ved visse granit-grændser, Åserud, Narverud, Røkeberg; 4) på næsten rene jernstrenge uden ledsagende mineraler, navnlig i granit, Solberg ved Næs jernværk, Åmholt.

Martit, fra Kragerøs apatitgange, udseende og form som magnetjern, stregen rød, indeholder jernoxyd ligesom jernglandsen.

Franklinit, udseende, form som magnetjern, er jernoxyd med zinkoxyd. *F.* sammen med zinkit, New Jersey.

Titanjern er titansyre 10 (iserin, som er magnetisk) eller 40—50 (ilmenit) og jernoxydul, iblandet med små mængder jernoxyd, eller uden sådan iblanding (krichtonit). Romboëdrisk. Krystalliserer meget ligt jernglands. Romboëdret (*p*), polkantvinkel omtrent som jernglandsens, afstumpet ved basis *c*, 2den søile *s*, og en del andre former. Man kan sige: titanjern har krystalform som jernglands, men udseende forresten som magnetjern. *Kl.* efter den ret påsatte endeflade *c* samt ≑ romboëdret *P.* *H.* 5—6. *V.* omkring 4.6—4.7—4.8. Jernsort Stregen sort eller brunligsort. Titanjern skriver på mat porcellæn sort, når som i de ovennævnte ændringer, iblandingen af jernoxyd er ringe, men brunt, når iblandingen er stor således som i titanjern fra Snarum, Kragerø, Grimstad. Undertiden med matfarvet hud. *F.* Titanjern i korn er hyppige i vulkanske berg-

99.



arter. I Norge indsprengt i gabbro, labradorsten. I noget større masser sammen med gul serpentin, Dybingkollen i Snarum. På egne leiesteder i labradorsten, Soggendals og Egersunds gruber.

Kromerts, kromjern er kromoxyd 50—60 med jernoxydul. Regulær. Krystaller sjeldne og små. Oktaëdret forekommer, og kløvningerne føre til det samme. *H* omkring 5. *V*. 5. Sort, brunligsort. Stregen brun. Skriver brunt på porcellæn. Glandsen ikke synderlig stærk, næsten fedtagtig. *F*. i Norge: 1) på gange, årer og striber i serpentin, Ferags-fjeldene; indsprengt i små mængder i dolomit og serpentin, Røros, videre i olivinsten.

Mangan-ertser, hvilke tildels have større betydning som surstof-ertser, er sorte. *V*. under 5. *H*. forskjellig. Hovedforekomsten er på gange, årer og nyrer ved nogle mørke porfyrer, Harzen, Thüringen. De ere sjeldne i Norge — hidtil.

Manganit, som er manganoxyd med vand, rombisk, jernsort, med rødligbrun streg, stærk glands. *H*. 4. *F*. indsprengt i granit, Sætre i Hurum i kvarts, Kjevig ved Kristiansand.

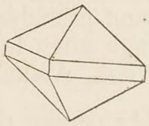
Pyrolusit eller brunsten, som er mangan-superoxyd, rombisk, i søileformede krystaller, jernsort, dog lysere end manganit, af liden glands, men grå streg, *H*. 2, smudser mellem fingrene. Navnet betyder „ildvadskeren" idet brunstenen, anvendt i glasfabrikationen, vadsker glasflussen eller befrier den for jern-oxydulets stærke farve.

Psilomelan, som er en blanding af foregaaende med barytjord, findes ukrystalliseret i knoller („sort skaldehoved" er navnet) og drypsten, blåligsort.

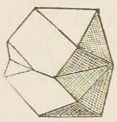
Braunit er en hård mangan-erts. *H*. 6 +. Streg sort. Botnedalen i Telemarken, i granit-gang.

Tinsten er tinoxyd med 78 tin. Kvadratisk. Foruden enkelte krystaller som fig. 100, er tvillinger fig. 101 kjendelige på den knæformede bøining i sammensætningsfladen, hyppige. *Kl*. ufuldkomne. *H*. 6—7. *V*. 6—7. Ufuldkommen metalglands, nærmende sig til diamant- eller fedtglands. I ganske ren tilstand farveløs og gjennemsigtig, men sædvanlig farvet gul, brun, rød, sort. Stregen grå. På små spring i krystallerne fremtræder harpixagtig glands og farve. Tinsten findes krystalliseret, kornig eller sjelden trådig, hvilket sidste kaldes trætin, som er lysbrunt, lettere, på grund af iblandet jernoxyd.

100.



101.



F. 1) på de såkaldte „tin-gange", sammen med kvarts, wolfram, blende o. fl., eller indsprengt i „tin-granit", 2) derfra på såkaldet sekundært leiested: som rullesten og korn i sand og grus, hvoraf den tunge tinsten vindes (ligesom guld og platin på lignende leiesteder) ved vadskning.

Rutil er titansyre. Kvadratisk. Krystaller som tinstenens, hyppig lig fig. 100, men med længere søile. *Kl*. ╪ denne søile. Rød, eller sort (*nigrin*). Glands som tinsten. Streg gulagtig grå. *H*. 6. *V*. 4.3. *F*. på visse hornblendegange, med apatit ved Kragerø. Også indvoxet i Langøens jerngange, Fagerlidknatten, Hiåsen.

Anatas er titansyre ligesom rutil og krystalliserer kvadratisk ligesom denne, men i ganske andre former. Et høit spidst oktaëder (sammenlign fig. 13) med 97½° i polkanten. Blå indtil farveløs, gjennemsigtig. *H*. 5—6. *V*. 3.8. F. på sværmende kvartsgange i glindsende lerskifer, Hegge annex til Slidre.

Titansyren optræder (den er trimorf) endnu som et 3die mineral, *Brookit*, rombisk, farven brun eller (arkansit) sort.

Rødkobbererts er kobberoxydul med 88 kobber. Regulær. Sædvanligt er oktaëdret fig. 2, hvortil kløvningerne fører. Dog findes også terningen fig. 1 for sig alene. *H*. 3—4.

V. 6. Farve rød (som kochenille). Streg blodrød. Stærk glands, Nogle krystaller er endog gjennemskinnende, og glandsen er da ikke længer metallisk men diamantagtig. *F.* sammen med andre kobberertser på deres leiesteder. Uren jernholdig rødkobbererts af teglstenrød farve, næsten j.rdagtig, har man kaldt *teglerts*.

Zinkit er zinkoxyd (med 88—96 zink) farvet af mangan-oxyd, hexagonal, søilen, *Kl.* fuldkommen efter basis, *H.* 4 +. *V.* omkring 5.5. Blodrød, stregen gulrød. *F.* sammen med franklinit.

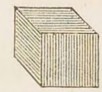
Wolfram er wolframsyre 76 med jern- og mangan-oxydul. Skjævt rombisk. Krystallerne ligne noget augitens, og tvillinger optræde som augitens. *Kl.* fuldkommen afstumper søilens skarpe kant. Søilen foran 101°. *H.* 5—6. *V.* 7.3. Sort, stregen brun. *F.* med tinsten. Det er ertsen for udvinding af wolfram-metal.

Uranbegerts, som er en blandig af uran-oxyder, findes drøi, knolleform, musligt brud, fedtglindsende, begsort, stregen brunlig. *H.* omkring 5, *V.* omkring 6. Sjelden. Er den væsentligste uranerts.

C. Kise, glandse, blænder.

Svovlkis er en forbindelse af 45 jern med 54 svovl. Svovlkis er noglesteds i Norge bekjendt under navnet „faësten." Terningen alene fig. 1. pyritoëdret (pyrit = svovlkis) alene fig. 8, eller begge disse former i sammensætning som fig. 105 er de hyppigste former. Terningens flader er stribede ⫩ pyritoëdrets terningkanter. Men også oktaëdret alene fig. 2 forekommer, eller oktaëder med pyritoëder som fig. 106. *Kl.* ufuldkomne. *H.* 6 +, giver ild for stål; det gamle navn er *pyrites*, ildgivende. *V.* 5. Farve gul (uden tilblanding af grønt), ofte anløbet. Streg brunligsort. Sprød. Dels i smukke krystaller, dels drøi og tæt. Svovlkis er undertiden guldholdig i ringe grad, fra $\frac{3}{100.000}$ til $\frac{15}{10.000}$. Forvitrer til brunrødt jernokker. I dagfladen er derfor større masser af svovlkis rustbrune. *F.* udbredt, 1) indsprengt i forskjellige bergarter som krystaller, korn eller knuder, f. ex. i lerskifer, grønsten, gabbro — eller dannende forsteningsmassen i mange fossiler; 2) på falbånd ɔ: visse strøg af bergarterne, i høi grad tæt sprengte med svovlkis og andre kise. Rige falbånd tegne sig rustbrune eller røde på den nøgne fjeldoverflade, 3) på strenge, årer og deres udvidelser, Grøslid ved Kongsberg, Foldals, Sels, Kvikne gruber, Kongens grube ved Røros, Ytterøen, Guldberg på Stordø; 4) på ertsgange Kongsberg, kalkspatgange Skuterud.

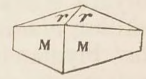
102.



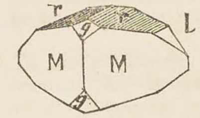
Spydkis og *kamkis* kaldes en lignende og med samme farve optrædende forbindelse, som krystalliserer rombisk lig arsenikkis fig. 103, hyppigst i spydformede og kamtakkede tvillingdannelser. Megen svovlkis er denne rombiske.

Arsenikkis består af jern 33, med arsen 46 og svovl 19. Rombisk. Sædvanligste form er søilen *M* med vinkel 111° og et lavt doma *r* med vinkel 146°, stribet ⫩ den korte axe. *Kl.* efter søilen undertiden tydelige. *H.* 5—6. *V.* 6.2 Farve sølvhvid. Streg sort. *F.* dels indvoxet og i udviklede krystaller, dels drøi; på falbånd m. v. Skutterud, Modum, Græslid i Tydalen, Ringeriget; på ertsgange, Kongsbergs sjelden.

103.



104.



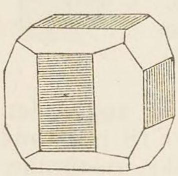
Kobolt-arsenikkis kaldes en koboltholdig (indtil 9 pCt.) afændring af arsenikkis og har dennes udseende. *F.* på Skutteruds falbånd.

Magnetkis, sammensat næsten som svovlkis, men således at den ikke afgiver svovl ved rostning: jern 56—60, svovl 43—38. Hexagonal. *Kl.* ‡ endefladen, ogsaa spor efter søilen. *H.* 3—4. *V.* 4.6. Farven ligger imellem svovlkisens og brogetkobbererts. Ofte anløbet. Streg grå. Undertiden holder magnetkis 2—3 pCt. nikkel, og bliver derved en nikkelerts. Den er svagt magnetisk. *F.* 1) indsprengt i bergart f. ex. i gabbro; 2) på falbånd ved gabbro 3) på strenge, årer og deres udvidelser: Storvarts grube ved Røros, Mug-gruben, Trons grube; 3) på ertsgange, ved Kongsberg. Nikkelholdig magnetkis findes i Espedalen, Tyristrand, Meinkjær i Bamble, Romkollen i Askim, Sigdal, Sjækerdalen, Senjen, allesteds ved gabbro.

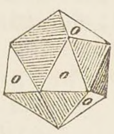
Jernnikkelkis har man kaldt en lys broncefarvet ikke magnetisk kis, som har *Kl.* ‡ det regulære oktaëder. Den indeholder svovl 36, jern 40 og nikkel 22. *F.* sjelden sammen med kobberkis indvoxet i hornblende, Espedalen. Den forvexles let med magnetkis. Hidtil sjelden.

Rødnikkelkis er nikkel 44 med arsen 56. Hexagonal. Krystaller sjeldne, sædvanlig drøi, lys kobberrød, ofte bedækket med grønt nikkelokker. *H.* 5. *V.* 7.6 *F.* sjelden på visse ertsleiesteder. Denne erts betegnes ogsaa med det vildledende navn *kobbernikkel*.

105.



106.

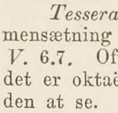


Glandskobolt er kobolt 31 med svovl 20 og arsen 43. Regulær. Sædvanligste former er pyritoëdret alene fig. 8, eller i sammensætning med terningen 105, eller med oktaëdret 106. Terningens flader er ofte særdeles tydeligt stribede ‡ pyritoëdrets terningkanter. I former som 106 kan de blanke oktaëderflader *o* derved kjendes *Kl.* ‡ terningen. H. 5—6. V. 6. Farve rødlig sølvhvid. Streg grå· Glands stærk. *F.* på falbånd, Skutterud.

Speiskobolt står meget nær tesseralkis såvel i form, udseende som indhold. Regulær. Terningen overveier i de sammensatte former.

Tesseralkis, „hvid-kobolt," er arsen 78 med kobolt 20. Regulær. Oktaëder i sammensætning med terning, granatoëder og leucitoëder, sammenlign fig 9. Tinhvid. *H.* 6. *V.* 6.7. Ofte sammenvoxet med glandskobolt, Skutterud. Tesseralkis upassende navn, da det er oktaëdret, ikke terningen (tessera) som overveier. *Kl.* efter terningen kun sjelden at se.

107.



Blyglands er bly 86 med svovl 13. Regulær. De sædvanligste former er terning alene, fig. 1, eller terning og oktaëder i ligevægt 107, eller terning med afstumpede kanter, hjørner o s. v. (se fig. 9 No. 12, 14, 15). *Kl.* udmærkede ‡ terningen. *H.* 3 ÷. *V.* 7.5. Farve rødlig blygrå stærk glindsende paa friske flader. Streg gråligsort. Man adskiller *bladig* blyglands, hvor *Kl.* er tydelige, *kornig* blyglands samt *tæt* blyglands. Sædvanligst er den $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{100}$ pct. sølvholdig. *F.* på ertsgange enten som hovedmasse eller sammen med især blænde og kobberkis. Navnlig med grønsten i kalkstene, nær visse granitgrænd-

ser, Konerud ved Drammen. På falbånd sammen med arsenikkis og brun blænde, Espedal n. for Næs jernværk.

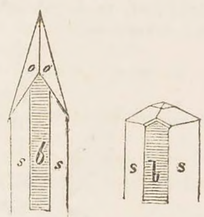
Glaserts eller *sølvglands* er sølv 85 med svovl 14. Regulær. Terning alene fig 1, eller i sammensætning med oktaëder og granatoëder (se under fig 9). *H.* 2 +. *V.* 7 +. Farven sortagtig blygrå. Det uanselige ydre svarer ikke til navnet, kun stregen er glindsende; smidig som bly, lader sig skjære, hamre og præge. *F.* på ertsgange med andre ædle ertser, således ved Kongsberg. Komstock.

Sprødglaserts en sammensætning som paa det nærmeste er lig 1 antimonglands + 5 sølvglands, med 66—68 procent sølv, som kobberglands med hexagonalt rombisk udseende. Sort. H. 2.5. V. 6 2, „mild", men ikke saa smidig som glaserts. F. Komstock.

Eugenglands, meget lig førstnævnte, men mindre sølvrig og derhos kobberholdig, Hexagonale tavler. F. Komstock.

Antimonglands er antimon 72 med svovl 27. Rombisk. Søilen *s* med vinkel foran $90\frac{1}{2}$°; den er gjerne afstumpet ved fladeparret *b*, som er vandret stribet. Toppen ofte spydformet ved *o*, hvoraf også navnet *spydglands* *Kl.* ╪ *b*. Krystallerne er ofte så fine som nåle. *H.* 2 *V.* 4.6. Farve blygrå, ofte anløbet på overfladen eller stærk glindsende. Smelter i lysflammen. *F.* på ertsgange, undertiden sammen med guld eller endog selv guldholdig, ledsaget af kvarts og tungspat Fra Nasa fjeld haves boulangerit, som er en blyholdig spydglands.

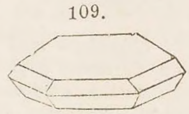
108.



Wismutglands, som består af wismut 81 og svovl 18, og krystalliserer rombisk som antimonglands, med *Kl.* i en retning, er lys og blygrå, anløber gulagtig, har metalglands. *H.* 2 og *V.* 6.5, er mild. *F.* sjelden, hos os ved visse granitgrændser: Narverud, Gjellebæk, Buttedal.

Molybdænglands er molybdæn 60 med svovl 40. Man har 6-sidige tavlekrystaller af hexagonalt udseende. *Kl.* ╪ basis. *H.* 1—1.5. *V.* 4.7. Er bøielig i tynde blade. Farve rødlig blygrå, stærk glindsende. Men på glat porcelæn skriver den grønt [NB. på *mat* porcelæn sort], på papir sort. *F.* indsprengt i syenit og grovkornige granitgange, sjelden. På kvartsleier i granit, Knaben i Siredalen, i kvarts Ristteigen og Åslandsåsen i Numedal.

109.



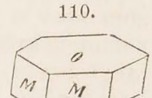
Kobberkis er svovl 35, kobber 34 og jern 29. Kvadratisk. Krystaller dels sjeldne, dels vanskelige at tyde. *H.* 3—4. *V.* 4.2. Farve messinggul (gult med grønt) stregen sort. Giver ikke ild for stål. Ofte broget anløbet. Forskjellen fra svovlkis, hvormed den let forvexles, ligger i farven og hårdheden. *F.* temmelig udbredt, 1) indsprengt i forskjellige bergarter, såsom gabbro, grønsten, 2) på falbånd, Kongsberg, 3) på strenge, årer og deres udvidelser Storvarts grube ved Røros, 4) på ertsgange, især med kvarts, Guldnæs i Telemarken.

Broget kobberkis eller *broget-kobber*, rigere end kobberkis, svovl 24—28, kobber 55—56, jern 18—14. Regulær (terning med oktaëder), men krystaller sjeldne. *H.* 3. *V.* 5. Farven på frisk brud er brun som tombak, stregen sort; men næsten altid er „buntkobber" broget (bunt) anløbet. *F.* på forskjellige kobberleiesteder, også i visse granitgange, Omdal, Sætersdalen.

Tinkis, sjelden og sædvanlig drøi, stålgrå, gulagtig. *H.* 4. *V.* 4.3. Mest svovl, tin og kobber, på Kornwalls tingange.

Kobberglands er kobber 79 og svovl 20. Rombisk, men udseendet fuldkommen hexagonalt. Søilen *M* med vinkel foran $119\frac{1}{2}$° afstumpet på siderne af kortfladeparret. På enden sidder den basiske flade *o*. *Kl.* ufuldkomne ╪ søilen. *H.* 2—3. *V.* 5.7. Farve sortagtig blygrå. Streg glindsende. *F.* som brogetkobber, Strømsheien.

110.



Kovellin, kobber-indigo, kobber og svovl, hexagonal, 1 kløvning. *H.* under 2. *V.* 3.8. Indigoblå, stærkglindsende undertiden, stregen glindsende. *F.* på Vesuv, i Chili.

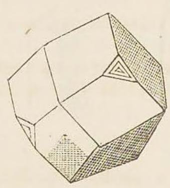
Falerts kaldes sammensætninger af enten svovl-antimon eller svovl-arsen på den ene side med flere svovlmetaller på den anden, hvorimellem kobber (14—41), jern og sølv. Systemet er regulært. Fremtrædende form er tetraëdret fig. 6, alene eller med afstumpede kanter og hjørner. Stålgrå til jernsort. *H.* 3—4. *V.* 4.5—5.2. *F.* på ædle ertsgange. Tennantit, et slags falerts (granatoëder) er fundet drøi på Skutteruds falbånd.

Bournonit, rombisk. Udseende og indhold forresten som falerts.

Guldertser er de sjeldne *bladtellur* og *skrifterts*, begge på ædle gange ved Nagyag o. fl. st. med kvarts. Den første er i tynde blade [tetragonal, 1 kløvning], milde, bøielige, sortagtig blågrå. *H.* 1. *V.* 7. Indhold: tellur m. bly og guld. Den anden i nåle og strimler, krydsende hinanden med 60° vinkel, mild, tinhvid gulagtig. *H.* 1. *V.* 8. Indhold: tellur med guld, sølv, bly.

Den gule *arsenik-blænde* eller *auripigment* og den røde *realgar* er forbindelser af arsen og svovl. Begge er giftige. Hin findes undertiden (rombisk) i stribede søilekrystaller, utydelige ved krumme flader, gjennemvoxning o. s. v *Kl.* udmærket i en retning (kort-fladeparret). Perlemorglands på de stribede kløvningsflader, ellers mat og fedtagtig. Citrongul, mild. *H.* 1—2. *V.* 3.5. Denne krystalliserer skjævt rombisk med mange flader. *Kl.* findes temmelig tydelig i 2 retninger (basis og efter skrå-fladeparret). Glands stærk, rød, med gul streg (mild). *H.* 2. *V.* 3.5 *F.* i vulkanske kratere, indsprengt på visse ertsgange.

111.



Zinkblænde eller „blænde" er zink 66 med svovl 33. Regulær. Hovedformen er tetraëder fig. 6 alene, eller med granatoëder 111. *Kl.* ≑ granatoëdret. *H.* 3—4. *V.* 4. Alle farver, dog sædvanligt enten brun eller grøn. Diamantglands til glasglands, ikke metallisk udseende. *F.* indsprengt f. ex. i grønsten, Aker, 2) på falbånd, årer o. s. v. med kobberkis, svovlkis 3) på ertsgange med blyglands (se denne).

Greenockit med kadmium og svovl, gul med stærk glands, sædvanlig kun som et beslag, de ørsmå krystaller er hexagonale. Sjelden.

Antimon-sølvblænde, *arsen-sølvblænde* eller *mørk* og *lys rødgylden erts* er sammensætninger af svovl med antimon eller med arsen på den ene side, og især sølv 59—65 på den anden. Hexagonal. Former næsten som kalkspatens, men mangefladige. Farve kochenillerød, stregen lysere. Diamantglands. *H.* 2—3, mild. *V.* 5.8—5.5. *F.* med andre rige sølvertser på ædle gange.

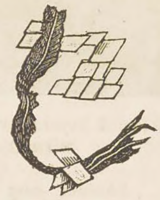
Zinnober eller *merkurblænde* er kviksølv 86 med svovl 13. Hexagonal. Meget små romboëdre. *H.* 2 ÷. *V.* 8. Pragtfuld rød, stregen do. Diamantglands. Forurenet med bitumen og af mørk farve kaldes den *lever-erts*. *F.* på falbånd-agtige leiesteder.

4. Metaller.

Guld, enkelt stof. Regulær. Man kjender terninger og oktaëdre, ofte fortrukne. *H.* 2—4. *V.* 12—19, efter den forskjellige renhed. Brud haget som ved alle smidige metaller, guldgul, undertiden messinggul, stregen glindsende. Guldsøgerne kjende guldet ved tyngden, den glindsende streg under kniven; derhos angribes ikke guld af enkelte syrer; kun ved kongevand (2 saltsyre med 1 salpetersyre) opløses guld. *F.* 1) på oprindeligt leiested, som krystaller, blade, korn, tynde plader eller „blik", klumper, på kvartsgange; dels også i særegne bergarter (i Brasilien); 2) på sekundært leiested: i klumper, korn, blade, som støv o. s. v. omspredt i sand og grus, nemlig ved ødelæggelse og sammenskylning fra de oprindelige leiesteder, som sjelden befinde sig langt borte, da guld på grund af sin tyngde ikke (i større synlige korn) kan slæbes lang vei. Ivalojok i Enare.

Sølv, enkelt stof. Regulær. Man kjender især terning, oktaëder, fig. 1. 2, eller sammensætninger dem imellem (se fig. 9) samt granatoëder, også granatoëder fig. 3. Tvillingdannelse giver undertiden krystallerne et usædvanligt udseende. *H.* 2—3. *V.* omkring 10. Brud haget. Sølvhvid. Stregen glindsende. Guldholdigt sølv er bleggult („gyldisk sølv"), hvis guldmængden er betydelig. Undertiden er sølvets overflade sværtet af svovlsølv. *F.* dels fuldkommen krystalliseret, dels i korn, blade, blik, fine tråde eller tykke snoede former på ertsgange sammen med især kalkspat, ogsaa tungspat, flusspat, kvarts. Kongsberg.

112.



Sølv i trådform og strikket, med kalkspat.

Platina, enkelt stof, platin, sammen med foruden jern en del andre sjeldne stoffe: iridium, palladium, osmium o. fl. Regulær, men krystaller sjeldne og utydelige. Ligner noget sølv, men af uanseligt ydre. Farven stålgrå, lys. *H.* 5—6. *V.* 17 indtil 19 +. Brud haget. Streg glindsende. Ligesom guld opløses platin i kongevand. F. neppe kjendt uden på sekundært leiested i sandet. Serpentin og grønsten formodes at være det oprindelige leiested. Ivalojok i Enare.

Iridplatin, i korn sammen med det sædvanlige rå platin, er hårdere, lysere og tungere. *H.* 6—7. *V.* 22. 6—23.

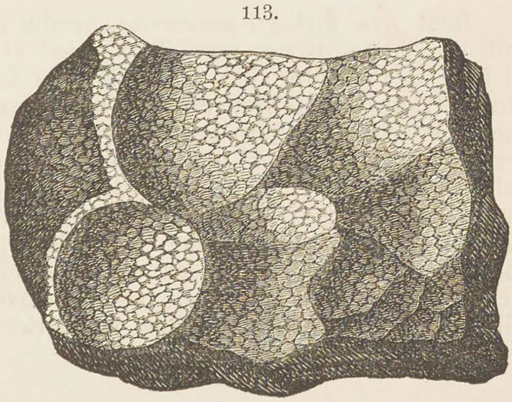
Amalgam kaldes en forbindelse af sølv med kviksølv, er fundet i krystaller, granatoëder. Sølvhvidt. *H.* 4. *V.* 14, sprødt. Sjelden.

Kviksølv, enkelt stof. I almindelig temperatur flydende. *V.* 13.5. Farve tinhvid. *F.* i små kugler ɔ: dråber sammen med den sædvanlige erts, hvoraf kviksølv vindes, nemlig zinnober — på særegne leiesteder.

Kobber, enkelt stof. Regulær. Oktaëder, terning og granatoëder, fig. 2, fig. 1 og fig. 3. Krystallerne er gjerne små og fortrukne. *H.* 3. *V.* 8—9. Brud haget. Streg glindsende. Farve kobberrød. *F.* enten sammen med andre kobberertser på deres leiesteder eller i porfyr og mandelsten ledsaget af en grøn og hård zeolit (prenit), Guldholmen ved Gjelø, Holmestrand.

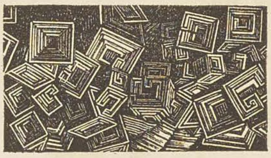
Arsen, enkelt stof. Krystalliserer i romboëdre med polkant 85°, men krystaller er sjeldne. Sædvanlig sees arsen i drøie stykker, med knollet eller bulet overflade, og af klingende lyd. *H.* 3—4. *V.* 5.8. Farven er på frisk brudflade blygrå, lys; men ved oxydation overtrækkes arsenik snart med en grå eller sort mat hinde udentil. Arsen er „flygtig", forvandler sig for stærk ophedning til hvidt arsenikmel, som er den berygtede, yderst giftige arsensyrling. *F.* indsprengt på falbånd; hist og her på sædvanlige ertsgange.

113.



Arsen.

114.



Wismut krystaller (af smeltet wismut).

Wismut, enkelt stof. Krystalliserer i romboëdre med polkant = $87\frac{1}{2}°$. *Kl* i 4 retninger. Rødlig sølvhvid, men gjerne anløbet rødt, blåt, grønt, gult. Krystaller, trappeformigt hule får man også ved smeltning. De ligne ganske terninger. *H.* 2—3. *V.* 9.8. *F.* sjelden, især på gange med kobberertser.

De nyttige metaller *jern, tin, bly, zink* forekommer ikke i ren (gedigen) tilstand uden som sjeldenheder. De må udtrækkes af sine ertser.

Således som mineralkilderne give vink fra dybet indenfor jordskorpen, bringe meteoriterne på anden vis bud fra rummet udenom kloden. At der faldt stene fra himmelen, har altid været den populære forestilling. Naturforskerne vilde i forrige århundrede ikke fæste lid til gamle og nye beretninger om slige stenfald. Men et stort stenfald i april 1803 ved l'Aigle i Normandi, gjennem 5—6 minutter og udstrøende tusinder af stenstykker, således at disse kom i mineralhandelen, dette var unægteligt. Meteoriterne høre nu til musæernes samlinger, og de mere eller mindre sikkert iagttagne stenfald fra ældre og nyere tider overskues i hele lister. — Nedenfor ved omtale af rent jern er nævnt 2 hovedslags af meteoriter, de metalliske og de stenagtige. Disse faldende stene komme med en overordentlig hastighed, lysfænomener og knald ledsager deres komme. Man må antage, at lysfænomenet er en følge af deres indtræden udenfra rummet ind i jordens atmosfære. Man kjender neppe exempel paa noget fald, som ikke har været ledsaget af forudgående knald ɔ: explosion, og efter knaldet følger en pibende lyd lig den af et udskudt projektil. Meteoritens overflade er omgivet med en sort hud, kun omkring $\frac{1}{2}$ m. m. tyk. Den er ikke ulig den glasurbeklædning, som lynilden forårsager, når den slår ned i sand og danner de såkaldte fulguriter (lynrør). Man betragter denne skorpe som en følge af den hurtige ophedning ved faldet. I selve skorpen sees små rynker og knuder forårsagede ved den flydende glasurs bevægelse, rislende i retning modsat stenens bevægelse. — Det er bekjendt, at man, så flittigt som man end lige fra Berzelü tid har analyseret dem, intet nyt kemisk element har fundet i meteoriter, hvorimod nogle ellers sjeldne eller aldrig hidtil på jorden kjendte sammensætninger, såsom et eiendommeligt nikkeljern. Det er umiskjendeligt, at meteoriternes mineral-selskab allermest ligner visse gabbroer og olivinstene. Da man må betragte dem som tilhørende rummet udenfor jorden, er deres studium fulgt med spændt opmærksomhed. Ingen granit, gneis, glimmerskifer, ingen sandsten, kalksten, lerskifer, ingen fossilførende bit er nogensinde fundet mellem meteoriter. Hvis noget tilhørende jorden skulde ligne meteoriterne, da må det efter al sandsynlighed være masser dybt i jordens indre, hvorfra hine gabbroer (anortit-olivinstene) og olivinstene ere oppressede. (Berzelius, Gustav Rose, Daubrée o. fl.)

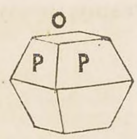
Rent *jern* findes i *meteoriter,* nemlig i det slags, som kaldes metalliske. Meteoriter er især af to slags: 1) *metalliske* holosideriter, helt af jern, og Pallasiter, jern og olivin som det berømte, af Pallas fundne, store stykke fra Sibirien med en overveiende mængde rent jern, sammen med en nikkel-jern-forbindelse, videre magnetkis og olivin. I de jernrige stykker vises paa snitflader, efter forsigtig behandling med salpetersyre, de Widmanstättenske figurer, ɔ: linier som skjære hverandre leilighedsvis i 3-kant med vinkel 60°, som følge af en krystallisations ordning i det regulære oktaëders planer. 2) *stenagtige,* af grå farve, udenpå omgivne af en sort overmåde tynd hinde, og indeholdende forskjellige mineraler, nemlig navnlig sikkert påvist følgende olivin og enstatit, kromjernsten, magnetkis, augit, anortit.

Brændbare legemer.

Svovl, enkelt stof. Det naturlige svovl krystalliserer rombisk. I sammensætningerne fremtræder oktaëdret med polkantvinklerne foran

106½° og på siderne 85°. Lidt sprød. *H.* 1—2. *V.* 2. Farve grønliggul. På brud fedtglands, på krystalflader en diamantagtig glands. Brænder med blå flamme. *F.* i vulkanske egne på visse leiesteder ved „solfatarer", undertiden i kraterne.

115.



Svovl.

Bernsten eller *rav* (79 kulstof, 10.5 vandstof, 10.5 surstof) og *retinit* (af næsten samme indhold) er harpix fra forverdenens træer i tertiærtiden. *Rav* med *H.* noget over 2, *V.* 1.08, lidet sprød, honninggul, voxgul, indtil næsten melkehvid, hvilken sidste er den kostbareste. *Retinit* med *H.* noget under 2, *V.* indtil 1.1, sprød, lys, gul. Begge brænde med vellugt. Gjennemsigtig til gjennemskinnende, med musligt brud. Fedtglands. F. retinit findes indstrøet i selve brunkullagene. *Rav* i knoller findes i „det blå ler" det er en noget lerblandet sandsten underst liggende i brunkulformationen, den samländiske kyst ved Kønigsberg. Derfra kommer også bernstene, som man ved Østersøens preussiske kyst skraber op fra bunden.

Honningsten findes i oktaëdre, kvadratiske system, har ligedes harpix-udseende, *H.* 2, *V.* 1.5, honninggul, består af honningsten-syre, lerjord og vand. *F.* i brunkul, sjelden.

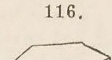
Nafta (86 kulstof, 14 vandstof), *stenolie* eller *jordolie* eller *petroleum* samt *bergtjære* (tilsammen med et navn *bitumen*) er flydende, brændbare, lettere end vand, er kulstof, vandstof, (surstof). Man kan kortest adskille dem således: *naftá* er den fuldkommen vandklare og tyndflydende, *stenolie* er den gule, endnu letflydende, *bergtjære* er den brune seigflydende. Eftersom olien indeholder mer eller mindre tjære opløst er den forskjelligt farvet, har forskjelligt værd og egenskab. *F.* disse produkter fremvælde noglesteds i gammelvulkanske egne sammen med vand, ved en destillations-proces i jordens indre. Baku ved det kaspiske hav, Trinidad, Kuba. Fra ikke vulkanske egne kjendes rige forekomster, således i Pennsylvania i Nordamerika, hvor man, siden de første borhul sattes 1860, udvinder en stor mængde petroleum for handelen, videre i Kanada, Galicien.

Asfalt (76 kulstof, 7 vandstof, 13 surstof, 4 aske) eller *jordbeg* kaldes den fast blevne bergtjære. En liden prøve holdt for ilden drypper; fast, har musligt brud, er glindsende, begsort, *H.* 2, *V.* 1.2 tungere end vand. *F.* som stenolierne. Den er et kjendetegn på disse, såsom den er fremgaaet af stenoliens forvandling i de øvre dyb. Hyppig ved det døde hav, Trinidad. Også på gange ledsaget af svovlkis og kalkspat, Westfalen.

I kugler og knoller som såkaldet *kulblænde* forekommer kulstof (se forresten antracit under bergarterne) på nogle ertsgange, Kongsberg, i porfyrens blærerum, Holsfjord.

Grafit („blyant") er rent kulstof. Hexagonal. Tavleformen sees undertiden. *Kl.* ⫩ endefladen. *H.* 2. *V.* 2.4. Optræder mest med bladig, skivet, stænglig struktur eller tæt. Jernsort, metalglindsende, skriver med sort streg såvel på papir som på porcellæn. Når grafit sættes mellem brændbare legemer, da er dette på grund af indholdet; den *brænder ikke* for almindelige forsøg. *F.* mangfoldig, i betydeligere sammenhæn-

116.



gende masse på særegne leiesteder; indsprengt i bergarter, såsom granit, porfyr, visse skifere, grafitgneis, grafitskifer.

Om nogle mineralers anvendelse.

Saltene. Soda fremstilles i mængde kunstigt, er udgangsstoffet for en mængde fabrikationer. Stensalt vigtig handelsartikel, til husbrug, landbrug, sodafabrikation, saltsyre, glas, glasur. *Salmiak* fremstilles i mængde kunstigt, i kemien, medicin, til fortinning. *Alun* fremstilles i mængde kunstigt, til beitsmiddel i farvning og garvning. *Salpeter* tilberedes kunstigt, til krudt, svovlsyre- og salpetersyre-fabriker, til husbrug *Borax* fremstilles i mængde af borsyre-holdige kilder, vigtigt smeltemiddel, til lodning, rensende vand.

Silikater. Ren *feldspat* (ortoklas, også oligoklas), i porcelænfabrikerne til glasur, emalje, i glasværkerne.

Glimmer i store gjennemsigtige plader istedetfor glas, til ruder f. ex. for ovne, lygter, til kompasskiver, istedetfor dækglas i laboratorier.

Af *asbest* og *amiant* har man vævet uforbrændeligt tøi samt papir, mest vel som raritet.

Talk til maskinsmørelse, til uskadeligt hovedemne for sminker. *Steatit* (speksten) som tegnekridt (spansk kridt) for klæde (skrædder kridt), til smørelse, sminke, til at borttage fedtpletter, videre udsnittes deraf forskjellige gjenstande. *Serpentin* til riveskåle for blødere gjenstande, til forskjellige snittede og dreiede gjenstande, lysestager, skåle, slebne ornamenter, såkaldte varmestene o. s. v.

Saltagtige stene. Kalkspat, den gjennemsigtige, anvendes i optiken som dobbeltbrydende emne. Anvendelsen af kalk i det store, se under bergarter.

Talkspat til udvikling af kulsyre ved soda-fabrikation samt til fremstilling af magnesia-salte i det store.

Flusspat, fornemlig som (fluss) hjælpemiddel til smeltninger; også til glasur, emalj, til ædsning af glas, i kemien til fremstilling af flussyre.

Kryolit forsøgt til fremstilling af aluminium-metal. I Kjøbenhavn til fremstilling af soda ved hjælp af kridt.

Tungspat, i kemien til fremstilling af baryt-præparater. (Blyhvidt forfalskes undertiden med tungspat). Den giftige witerit til rottegift.

Gips. Anvendelsen sker mest i det store af gips, som bergart — alabast til statuer, vaser, skåler, skjæres også til „perler", gipsbrænding, gjødning.

Cølestin og strontianit til fremstilling af strontian-præparater (rød ild).

Apatit fosforit o. s. v. til fremstilling af „fosfat", til gjødning.

Ædelstene og *halv-ædelstene*, især til smykker:

Diamant i smykker. Diamanten veies efter karat (1 lod = 72 karat, 1 karat = 0,205 gram). Værdien stiger som karatets kvadrattal, således: middelpris for en rå diamant af 1 karat er 2 pund sterling. For en rå diamant af 2 karat altså $2^2 \times 2 = 8$ pund. En som brillant- eller rosette-sten sleben diamant regnes for det dobbelte af sin vægt. Altså en sleben diamant af 1 karat = 8 pund, af 2 karat $= 4^2 \times 2 = 32$ pund. I glasskjærerkunsten, til gravering af hårde stene, til tappeleier i kronometre. Sort diamant fra Bahia til slibning i det store af granit, porfyr, sandsten, ligeledes til boring af store minerhul f. ex. ved Pyrenæernes gjennemskjæring. — Diamanten slibes især enten i form af tavlesten, eller rosettesten, eller som brillanter, hvilken sidste form ansees som den smukkeste. Safir, rubin til smykker, til tappeleier i fine ure. Smergel og almindelig korund som slibepulver. Topas i smykker, som ringsten. Med hvid topas forfalskes diamant undertiden, derhos bruges ofte topas eller anden farveløs hård sten bergkrystal i de såkaldte doublurer. Smaragd og akvamarin i smykker. Almindelig beryl anvendes i kemien til fremstilling af beryljord. Zirkon, ædel til smykkesten, også til tappeleier af små mål. I kemien til fremstilling af zirkonjord.

Granat som meget almindelig smykkesten (karfunkel, almandin, pyrop); pulveriseret kan granat bruges som pudsepulver. I større masser anvendes almindelig granat som tilslag ved enkelte smeltninger (på lignende vis tager man også epidot, augit, hornblende).

Turmalin, de ædle bruges som smykkesten. Gjennemsigtig turmalin har anvendelse i optiken ved polarisations-instrumenter.

Tyrkis bruges, slebet rund uden facetter, til smykkesten. Dog er meget, som kaldes tyrkis intet andet end ved kobber farvet ben af mastodon. Tyrkis, tilligemed nogle andre stene såsom opal, katøie, krysoberyl, tåget safir, slibes gjerne blot med hvælvet overflade, *en cabochon*, ikke med facetter.

Alle hårdere stene, selv de ædleste, bruges derhos i stenskjærerkunsten, til signeter, ringstene o. s. v. Hårde og smukke skårne stene kaldes *gemmer*. De er skårne enten med fordybede figurer som *intaglier*, eller med ophøiede figurer som *kameer*.

Metaller og *ertser* anvendes især til udvinding af metallet.

Guld anvendes til mynt, til smykker, til forgyldning. Noget guld vindes af guldholdige sølvertser og guldholdig svovlkis. Hovedmængden af det omløbende guld vindes af det gedigne metal selv. 1 mark guld deles i 16 lod, som er 24 karat. Vor guldmynt skal holde 90 guld, 10 kobber; 20-kroner veie 8.960 gram, og 124 20-kronestykker skal indeholde 1 kilogram fint guld.

Sølv anvendes til mynt, til bordstel, redskaber og smykker, dernæst til forsølvning af kobber, messing og nysølv, videre i den nyeste tid også i anselig mængde af fotograferne. En del sølv vindes af det gedigne metal, f. ex. ved Kongsberg, den største mængde af ertserne, som er dels rige sølvertser: klorsølv, klor bromsølv, sølvglands, sprødglaserts, eugenglands, rødgyldig o. s v. dels sølvholdig blyglands. Alt sølv, som vindes i Britanien, kommer af sølvholdig blyglands. 1 mark sølv deles i 16 lod. På norske sølvspecies stod: $9\frac{1}{4}$ stykker i 1 mark fint sølv. Vor større sølvmynt skal holde 80 sølv, 20 kobber.

Platin. Lige vægtmængder af rent sølv, platin og guld forholdt sig i værdi indtil for nogle år siden omtrent som 1 : 8 : 15.68, i 1877 kunde sættes omtrent som 1 : $7\frac{1}{2}$: 20. Anvendes især til kemiske smelteredskaber og kar, såsom platin ikke opløses af (ublandede) syrer, og ikke smelter. Iridplatin har nylig fundet anvendelse som hårdt ædelt metal til normaler for mål og vægt.

Kviksølv vindes af zinnober. Ved sin egenskab at opløse (eller „amalgamere“ sig med) guld og sølv har kviksølv stor anvendelse til udtrækning af disse metaller af deres ertser. Videre til varme- og lufttryk-målere, til speilebelæg. Kviksølv-forbindelser i lægekunsten.

Arsen anvendes såre lidet i metallisk tilstand. Derimod tjener (dens forbindelse med surstof) arsensyrling til fremstilling af flere malerfarver — således f. ex. schweinfurtergrønt. På grund af deres giftighed er disse flereteds forbudne og komne af brug under de gamle navne, men under nye navne komme ligeså giftige istedet. I glasværkerne bruges arsensyrling til at affarve glasset (oxydere jernoxydul høiere). I nyere tid bruges arsensyre i tøi-farverierne ved fremstillingen af de vakre anilin-farver, hvilke imidlertid ved samvittighedsløs tilvirkning ligeledes kunne blive giftige.

Antimon fremstilles af spydglands, bruges, til bogtrykker-typer, 4—5 dele bly på 1 del antimon. Videre benyttes antimon til forskjellige metal-legeringer, såsom britanniametal (9 tin på 1 antimon), queensmetal (9 tin, 1 antimon, 1 wismut, 1 bly). I nyere tid bruges det ofte til metallegering for jernbanevognes tappeleier. I oldtiden lavedes skadelige sminker af antimon. Man farver måske endnu øienbryn med antimon.

Wismut, som er et meget letsmelteligt metal, bruges til visse let smeltelige (legeringer) blandinger, såsom Newtons metal (8 wismut, 5 bly, 3 tin), der smelter ved + $94\frac{1}{2}^0$ *C.* og Roses metal (ved + $93\frac{3}{4}^0$) de anvendes for ventiler til dampkjedler. En anden legering af 5 wismut, 3 bly, 2 tin tjener ypperlig, på grund af wismutens egenskab at udvides under størkning, til afstøbning af træsnit.

Kobber vindes dels af gedigent kobber, dels af kobber-ertser, især kobberkis, derhos rødkobber, kobberglands, malakit, lasur, brogetkobber, falerts. Kobber og zink give tilsammen *messing*. Med overveiende kobber fremkommer *tombak* eller rødmessing. Kobber er næst jern det nyttigste metal, det er nemlig både hårdt og seigt, lader sig udhamre og smide, bruges for sig alene eller i legeringer. Messing er 71.5 kobber, 28.5 zink. Tombak er 84.5 kobber, 15.5 zink. Med tin fåes forskjellige legeringer, såsom *kanon-metal* og *klokke-metal*. *Oldtidens bronce* er kobber og tin, *nyere bronce* har derhos en tilsætning af zink og bly. Desuden er kobber en hovedbestanddel (tilligemed zink og nikkel) i *nysølv* og lignende legeringer. Kobber anvendes forøvrigt til mynt og til redskaber, med svovlsyre som vitriol, og i forbindelse med andre syrer til forskjellige farver.

Malakit og *lasursten*, NB. ikke kobberlasur men en ganske anden forbindelse lasursten anvendes til slebne sager, smykker, plader, vaser, dåser, også til farve.

Jern vindes af sine ertser, som er magnetjern, jernglands med rødjernsten, brunjernsten, jernspat, lerjernsten, myrmalm — i den senere tid også titanjern. Jernspat er en vigtig stålerts. Nogle almindelige kjendemærker for jernmalm af forskjellig godhed udtryktes i de gamle navne: *tørsten* kaldtes jernmalm, som smelter langsomt og altså trænger tilsætning af kalk eller andet fluss-middel (se granat). *Kviksten* derimod kaldtes sådan malm, som på grund af medfølgende let smelteligt berg eller mineral vel flyder let, men som giver et rødskjørt jern. *Rødskjørt* kaldes det jern, som når det behandles i rødglødhede let giver sprække og spring. En liden del iblandet svovl, blot $\frac{1}{10000}$ kan være årsagen. *Koldskjørt* kaldes det jern, som selv uden opvarmning let springer itu. En vis mængde iblandet fosfor større end $\frac{5}{10}$ tii $\frac{6}{10}$ kan være årsagen.

Tin vindes af tinsten. Tin kan udstrækkes til ganske tyndt blik (stanniol). Stor anvendelse får det til fortinning. Tinoxyd anvendes som såkaldet tin-aske til poler-pulver. Kobber og tin (og zink) give tilsammen *bronce*. I bronce er 75 til 90 kobber. Bronce i vor skillemynt 95 kobber, 4 tin, 1 zink. I klokkemetal er 20 til 25 tin.

Bly vindes især af blyglands. Bly er blødt, lader sig hamre til plader og strække til tråd. Bly anvendes til kar i fabrikker, til rør for vandledning, (som må have et overdrag af tin, hvis de ikke skulle være giftige), videre med tilsats af arsenik til kugler og hagl, endvidere til mønje, blyhvidt o. s. v.

Zink vindes især af *kisel*-galmei, af mindre betydning er den kulsure, forekommer sammen. Kan også fremstilles af blænde. Zink anvendtes før kun til messing, nu derimod meget, såsom til støbning, til plader, ved galvaniske batterier, og som zinkhvidt, endelig som klorzink til bevaring af træ. Zink spiller, som man har sagt, en beskyttende rolle for andre metaller. Når zink er tilstede angribes nemlig den af syrer, og jern, kobber, sølv går så længe fri for indvirkningen.

Nikkel vindes af ertser, kobbernikkel o. fl. Vor fornemste nikkelerts er nikkelholdig magnetkis. Kobber, nikkel og zink give tilsamme *nysølv*. Nikkel anvendes i den senere tid meget som *nysølv*, der er seigere og hårdere end messing. Også *packfong*, *kinasølv* og *argentan* er nysølv. Selv til mynt har man begyndt at anvende slige legeringer. Nysølv er 52—63 kobber, 20—31 zink, 6—22 nikkel.

Kobolt blev før meget anvendt som *smalte* (oxydet smeltet sammen med kvarts og potaske) til farvning af glas og porcellæn m. m. Senere har den kunstige *ultramarin* fortrængt de blå koboltfarver og forringet koboltens pris. Koboltarsenikkis, tesseralkis og glandskobolt var vore koboltertser.

I de ovennævnte legeringer (metal blandinger):

Nikkelmetal stor anvendelse til skeer, gafler m. m. alleslags beslag og bolter for skibsbrug.

Koboltmetal har man begyndt at anvende til samme slags brug for beslag, bolte m. m. Men er dobbelt så dyrt som nikkel.

Wolfram-metal for stål-fabrikation fremstilles af wolfram. Af uranbegerts fremstilles urangult til farvet glas.

Desuden jernglimmer til strøsand, blodsten til pudsning, med rødkridt kan skrives. Magnetjern: håndstykker med stærk attraktorisk egenskab har værd for fysikerne. Kromjern anvendes kun til fremstilling af farver, kromrødt, kromgult, kromgrønt. Forskjellige okkerarter anvendes som simple malerfarver, således almindeligt brunrødt.

Svovlkis. Af den guldholdige vindes undertiden guldet; ellers ligesom spydkis til udvinding af svovl, til svovlsyre-fabrikerne, til jernvitriol; videre som tilslag ved enkelte smeltninger. Blyglands. Til glasur på pottevarer; pulveriseret til strøsand, til tændstikke-fabrikationen. Molybdænglands i kemien til fremstilling af molybdænsyre.

Til farver anvendes ofte metallerne, såsom: blyhvidt, zinkhvidt, koboltblåt, kromgult,- grønt-rødt, urangrønt og uransort. Okker-farver som okkergult, brunrødt.

Brændbare legemer. Svovl til svovlsyre-fabrikation, til fremstilling af rent svovl, der har anvendelse i krudt, til blegningsmiddel, o. s. v.

Bernsten til smykker, slebne eller dreiede sager, cigar- og pibemundstykker, til røgelse, til fernis, i kemien til fremstilling af bernstensyre.

Grafit til blyanter, til smeltedigler, maskinsmørelse, ovnsmørelse.

Stenolierne til belysning efter forudgået rensning. Asfalt som material for tagtækning, gulv- og gade-belæg, til tjære, fernis o. s. v. I oldtiden benyttedes stenolie til indbalsamering og asfalt til mørtel for bygningssten.

I almindelighed kan derhos mærkes, at smukke og veludviklede krystaller har værdi som håndstykker til mineralsamlingerne, og at alle mineraler med sjeldne syrer eller baser har værdi for kemikerne. Værdien retter sig efter størrelsen af krystallerne, sammensætningen af mineralet og ikke mindst efter det forhåndenværende forråd i mineralhandelen. Værdien er derfor ikke til alle tider den samme.

Om disse metallers og ertsers forekomst i almindelighed se Andet afsnit.

Mineralers dannelse.

Et minerals fuldkomneste udviklings-trin er krystallen. Kan vi altså ved kunst fremstille mineralet krystalliseret, så kan vi danne mineralet. Og af den fremgangsmåde, vi bruge for at fremstille mineralet, er det tilladt at slutte til den måde, naturen har brugt. Dog må vi være meget forsigtige i vor slutning, alle omstændigheder må nøie medtages

i overveielse; thi naturen havde ialfald *et* stort middel, som vi ikke har, det er *tid.* Og dernæst er det åbenbart, at flere mineraler kan dannes på ganske forskjellige måder. (Exempel: svovl — kan udkrystallisere efter smeltning. Kan udkrystallisere af opløsning i svovl-kulstof. Kan afsætte sig som svovlmel af gasarterne svovlvandstof og svovlsyrling, når de virke på hverandre).

Når der således er åbnet os en mulighed til at danne mineraler — da er denne vei dog indskrænket inden bestemte grændser. Thi *vi* kan ikke danne stoffet. Vi kan blot sammenbringe stofferne f. ex. svovl og jern i de bestemte forhold for svovljern eller fosforsyre og kalk, for apatit; men mængden af svovl, af jern, af fosforsyre og kalk må være os givet. De enkelte stoffer selv er uforanderlige. Vi tro derfor nu ikke længer med de gamle alkymister, at det skulde være muligt at gjøre guld af noget andet end guldstoffet selv, ligesom vi ikke kan gjøre jern af andet stof end sådant som indeholder jernet selv. Derimod er der ingen umulighed for, at vi jo skulde kunne gjøre diamant, ædelstene, almindelige mineraler og ertser — nemlig af de givne stoffer. Thi kan vi få kulstof til at krystallisere, eller lerjord, da har vi diamant og korund. Kan vi sammenbringe topasens bestanddele og få dem til at antage form, da har vi topas. Og kan vi bringe kiselsyren eller kulsur kalk til at antage form, da har vi kvarts, kalkspat.

Der kan ikke være tvivl om, at de mineraler, som vi finde i forsteningernes indre rum, må være indbragt i opløsning og dannede (ved udkrystallisation under sædvanlige forholde) „på våd vei". Under afsnittet om forsteninger er nævnt en del mineraler, som dannes således, enten ved udkrystallisation af opløsningerne selv, eller ved vexelvirkning mellem en sådan og gasarter o. s. v. Ligeledes under mandelstene er omtalt nogle og under mineralkilder zeoliternes dannelse. Sådane mineraler er kalkspat, kvarts, baryt, gips, blænde, blyglands — den amorfe kalcedon, flint, zeoliterne.

Men en del af de samme mineraler kan også dannes „på *hed* vei", det er ved smeltninger, ved vexelvirkning mellem dampe og faste emner i høi temperatur. Her skal nævnes:

Kvarts. Daubrée udsatte almindeligt glas for vands virkning i høi temperatur og usædvanligt tryk, og erholdt derved kvarts i mikroskopiske krystaller (af glassets kiselsyre).

Feldspat er fundet nogle gange i smelteovnes slakkeskorper, formodentlig dannet ved vexelvirkning mellem de indbårne silikatstene og kullenes alkalier (feldspat fra Sangerhausen).

Magnesia glimmer. Forchhammer fandt ved sine forsøg med apatit også denne glimmer dannet i lerdigler.

Augit og jernrig olivin er fundet i marsovn-slakker fra jernhytterne.

Apatit fremstilledes af Forchhammer ved smeltning af emnerne med kjøkkensalt og udludning tilsidst. Ved denne fremgangsmåde påvises nu de mindste spor af fosforsyre.

Ædelstene. Déville har dannet synlige og smukke safir, rubin, zirkon.

Magnetjern forekom krystalliseret ved visse smeltninger på Muldner hytte.

Jernglands dannes i vulkaners spalter nær krateren, derved at flygtigt klorjern omsætter sig med vanddamp til jernoxyd, som krystalliserer. Dannes også undertiden ved smeltehytterne.

Tinsten har man fremstillet ved at lade vanddamp indvirke på klortin. Den er også fundet som hytteprodukt i Swansea.

Rødzinkerts hyppig ved zinkhytter.

Blyglands såvelsom blænde findes (sublimeret) i hule krystaller ved smeltehytterne. Vulkanerne danne blyglands ved at forflygtige klorbly, som omsætter sig med svovlvandstofgas til svovlbly. Blænde på lignende vis. Man kan kunstigt eftergjøre begge. Blænde kan man også få krystalliseret ved smeltning af emnerne.

Magnetkis, antimonglands, rødnikkelkis opføres af Dr. Gurlt mellem de leilighedsvis iagttagne mineraler; i hytteprodukter.

Zinnober, stænglig dannes den ved kviksølvhytter.

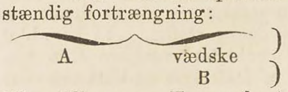
Grafit udkrystalliserer af rujernet, samt på sprekker i stelstenen.

Mineralers omdannelse.

Mineral-forvandlinger (*pseudomorfoser*) er mineraler, hvor form og indhold ikke svare til hverandre De har et fremmed indhold i en lånt eller falsk form. Når vi således ser vel bekjendte kalkspat-former: romboëder, skalenoëder o. s. v., men det indre er kvarts, hornsten, rødjernsten, brunsten eller svovlkis, når vi ser svovlkisens stribede terning og pyritoëder, men indholdet er brunjernsten — eller ortoklasens form, men indholdet er

kaolin — eller kvartsens usvigelige form, men indholdet er speksten: da er alt dette forvandlinger. De vidne om, at forandring er foregået, som har byttet de oprindelige krystal-emner med fremmede, og det så stille og småt, fnug for fnug, at de nye emner ikke fik antaget sin egen selvstændige form, men blot byttet plads med de gamle.

Gustav Bischof opstiller følgende almindelige billede for en pseudomorfose ved fuldstændig fortrængning:



A betyder det oprindelige mineral, B det fortrængende mineral, opløst i en vædske. Har A større slægtskab til vædsken end B, da vil vædsken føre A væk og lade B blive tilbage. — Exempel: A være kulsur kalk (kalkspat). B være kiselsyre og vædsken være kulsyreholdigt vand: så fremkommer pseudomorfosen kvarts i kalkspat-form.

De fleste pseudomorfoser er fra gangspalterne, navnlig ertsgange. Hvor de fleste vande dryppe og rinde, der må også være hyppigst leilighed for omsætninger. De hyppigste forstenende emner (se under forsteninger) finde vi også igjen mellem pseudomorfoserne.

De i stenlæren tilsyneladende undtagelser, forvandlingerne, er derfor ikke blot kuriosa, men er vink om kemiske forandringer, der må have brugt tid. De indføre begrebet tid og forandring også i stenrigets tilsyneladende urokkelige ro, og de lede os derfor fra sten-beskrivelsen ind i fjeldlæren.

De kemiske enkelte stoffe (elementerne) sammensætte mineralerne. Disse træde igjen sammen til at danne bergarter, som snart faste, snart løse og tidt dækkede af vand, af is eller sne danne jordskorpen. Idet vi altså fra stenlæren (mineralogien) begive os ind i fjeldlæren (geologien), er det naturligt at kaste et blik på

Udbredelsen af de almindelige stoffe.

Man kjender for tiden over 750 (mineralogiske „species“ eller) mineraler af forskjelligt navn. Skulde alle disse mineraler kunne træde sammen på forskjellig vis og danne bergarter, da vilde disses granskning være endeløs. Således forholder det sig imidlertid ikke. Der er kun få mineraler, som påtageligt og synligt sammensætte bergarter i det store. Disse er, foruden stensalt og kullene:

Kvarts-, feldspat- og glimmerarter, klorit, og talk, olivin, enstatit serpentin, hornblende, augit, kalkspat, dolomit, gips og de oxydiske jernertser. Desuden optræder hyppigt: svovlkis, granat, epidot, zeoliter, magnetjern, titanjern.

De egentlige ertsleiesteder derimod, i hvis masse metaller og ertser forekomme, vise foruden nogle af de allerede nævnte mineraler endnu især kun to, tungspat og flusspat. Disse nævnte mineraler er det altså, vi må kjende fremfor alle andre, før vi give os ind i fjeldlæren.

Ser man hen til den kemiske sammensætning af de almindeligst forekommende mineraler, da opdager man ligeledes kun et lidet tal af stoffe, som fortrinsvis er udbredt i masse.

Af syrer og syredannende elementer findes som forherskende: kiselsyre, kulsyre, klor, svovlsyre. Fosforsyre synes også udbredt, men mest kun i små mængder. Exempel er snart fundne: kiselsyre kvarts; kulsyre kalkspat; klor stensalt og havvand; svovlsyre gips; fosforsyre apatit.

Af de almindelige baser findes især: lerjord, jernoxyd og jernoxydul, kalkjord, magnesia, kali og natron. Endelig er af svovlforbindelser især svovljern hyppigst.

1. Det overveiende tal af bergarter indeholder nemlig dels ren kisel, dels silikater. En stor mængde af dem kan som kisel-*forbindelser* af bestemt sammensætning lettest sammenlignes med forskjellige glassammensætninger. Granit, porfyr, grønsten og gabbro, trachyt-lava og basalt-lava — alt dette er silikater, og de sidste størknede utvivlsomt efter smeltning.

2. I modsætning til dem stille sig almindelige, i lag liggende (lagede, skiktede) bergarter: sandsten, lerskifer, kalksten og kullene. Sandstenens hovedbestanddel er kvarts ɔ: ren kisel. Lerskifer består tildels af ler-emne ɔ: kiselsur lerjord, tildels derhos med andre baser, som jernoxydul og oxyd, natron o. s. v. Kalksten er kulsur kalkjord, og kullene kulstof og bitumen. Alle disse bergarter har temmelig vaklende blandingsforholde.

3. En mellemklasse af bergarter gives, som ligger i lag, men dog består af silikater i lighed med den første klasse, nemlig de krystallinske skifere.

Her er 3 store klasser af bergarter. For den *første* klasse kan nævnes bestemte procentiske forhold i sammensætningen. Rigest på kiselsyre er granit, som selv indeholder megen kvarts synlig. Fattigst er basalt og sort porfyr, som indeholder ingen kvarts i selve massen. Midt imellem begge ligger syenit og gabbro, nemlig med synlig feldspat, men i almindelighed uden kvarts. Lavaerne ɔ: de masser, som virkelig har flydt ud smeltede, vise alle disse sammensætninger.

	Granit. Stribet granit. Kvarts - porfyr. Obsidian. Begsten. Visse Trachyter. Trachytlava.	Syenit. Feldspat - porfyrer. Visse lavaer og Trachyter.	Gabbro. Grønstene. Diabas. Visse lavaer.	Basalt. Sorte porfyrer, augit-rige lavaer.
Kiselsyre	70—76 pct.	60—70 pct.	50—54 pct.	40—48 pct.
Lerjord	15—17 — (Lerjord og Jernoxyder)	20 — (Lerjord og Jernoxyder)	16—13 —	15—16 —
Jernoxyder			8—16 —	13—20 —
Kalkjord	0—3 — (Kalkjord og Magnesia)	4—8 — (Kalkjord og Magnesia)	15—9 —	11—13 —
Magnesia			5—7 —	3 —
Kali	8 — (Kali og Natron)	6—8 — (Kali og Natron)	2—5 — (Kali og Natron)	2—3 — (Kali og Natron)
Natron				

For den *anden klasse* er det vanskeligere at nævne bestemte forhold. Sandsten er vistnok rig på kiselsyre (ved kvarts-kornene) men den procentiske mængde kan være yderst forskjellig. Ligeledes er kalksten vistnok rig på kulsur kalkjord, men mængden kan vakle fra 30 til 90 pct., og desuagtet er det kalksten. Ligeledes er lerskifer meget forskjelligartet. Den har en væsentlig mængde kiselsur lerjord samt alkali, men vaklende, alt eftersom den er blandet med andre baser.

I den *tredie klasse* møde vi lignende ubestemthed. I kvartsit og kvartsskifer samt i kvartsrig glimmerskifer har vi vistnok sammensætninger som sandsten for os, derimod i kvartsfattig glimmerskifer og videre i hornblendeskifer mangen gang sammensætninger som lerskifer.

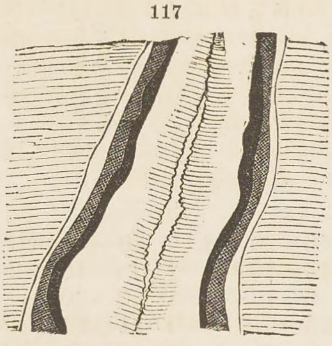
De nyttige emner, ertser og metaller optræde fortrinsvis på særegne leiesteder, som føre snart det gedigne metal, snart ertsen. Men foruden i større mængde på ertsleiestederne, forekomme de vistnok også spredt i små dele omkring i bergarterne, eller opløst i små mængder i kildevand, selv i havvandet.

Hine særegne leiesteder er: *a*) *leier*, såkaldte fløtser, f. ex. lerjernsten, stenkul, stensalt tildels. *b*) *falbånd* (se pag. 47) f. ex. kise. *b*) strenge, årer og deres udvidelser indtil *c*) *klumper* og såkaldte stokke f. ex. stensalt tildels, visse jernertser. *d*) *gange*. Dette er den væsentlige forekomst for ertser og metaller.

Gange kan man adskille i *almindelige* og *mineralgange*. De bestå i spalteformige rum, som synes at sætte op fra dybet og er fyldte, hine med bergart (*stengang*), disse med visse mineraler (*mineralgang*) eller tillige med ertser i så stor mængde, at brydning kan lønne sig (*ertsgange*). Man arbeider undertiden også på et enkelt mineral i en almindelig gang. Således vindes af megen grovkornig granit dens feldspat og kvarts, og af visse med kobberertser indsprengte granitgange deres erts.

Ved ertsgange skilles mellem gangmineralerne og ertsen. De mineraler, som især ledsage ertser og som sædvanlig udgjøre hovedmassen på gange, er: kvarts, kalkspat, brunspat, tungspat, flusspat. Således findes guld i kvarts, sølv i kalkspat (også med de andre), kobberkis ofte i kvarts, blyglands især i kalkspat og kvarts.

117



Stykke af en gang.

Hvor flere mineraler og ertser fylde gangen, er disse ofte ordnede ligesom plader langs gangrummets sidevægge, f. ex. som i tegningen: nærmest sidestenen følger hvid kvarts, dernæst kalkspat med sine krydsende klyvninger, saa ertsen som giver sort pulver, derpå atter hvid kvarts som tilsidst bliver stænglig og ender med krystal-druser, som møde hverandre fra begge sider og undertiden med større tom-rum (krystal-kjeldere) imellem.

De ovennævnte almindeligt forekommende bestanddele er det, som bergarterne, såvel de faste som de løse, kan afgive ved forvitring til planterne. Disse må af luft og væde forsyne sig med kulstof, vandstof, surstof. De små mængder derimod af uforbrændelige bestanddele, som de fordre, tage de af jordbunden. Blandingen af forvitret bergart og forrådnede plante- og dyrlevninger — en blanding, som kan være yderst forsjellig — er det vi kalde muldjord. Eftersom sand, ler eller kalk råder på stedet, fremtræder forskjel i jordsmonet. Hvor planterne, som skal fremdrives på en jord, ikke af denne kan forsyne sig med de bestanddele, som de bruge, der må man sørge for, at disse blive dem givne. En rigtig anvendelse af forskjellige gjødende mineralske stoffe såsom

skjælsand, kalk, mergel, gips, ler, fosfat benmel, alkalier forudsætter således både kjendskab til, hvad jordbunden indeholder og hvad planten trænger. Nogle planter vil have dette, andre hint — f. ex. nogle mere kiselsyre, andre mere kalk, andre mere alkali o. s. v. Alle disse emner komme først i planterne tilgode, når de er opløste og således kan indføres i saften.

Fjeldlæren viser tider, som ligge forud for os, i vidnesbyrd indgravede i sten og jord og udførte i fjeld og dal. Mineralogien giver os nøglen til dette sprog; thi mineralerne er på en vis måde de bogstaver, som vi må lægge sammen til bergarter, hvoraf fjeldene bestå, og bergarternes indbyrdes ordning på mangeslags vis bliver således til ord, til bestemte udsagn. Således stave vi os til *fjeldlæren* (geologien), som er („jordklodens historie") læren nærmest om jordskorpen, da vi kun kan komme til at kjende den umiddelbart. Vore første spørgsmål til geologien er disse: af hvilke emner er fjeldbund og jordbund sammensat? Og hvorledes ordnes de sammensættende dele — det vil sige: hvorledes ligge masserne i forhold til hverandre? Og hvad betyder forsteningerne?

Geologien inddeles i: 1) litologien, som er læren om bergarterne. 2) stratigrafien (lagbeskrivelse), som handler om rækken af lag-dannelser (formationer). Hvert af disse afsnit indeholder svaret på de tvende ovennævnte hovedspørgsmål. Det tredie besvares i: 3) palæontologien (fornlivlæren), som viser de forsvundne dyr- og planteverdener, der er opbevarede i formationerne. Fra at være først en hob af rariteter og senere et rent tillæg til geologien, har denne gren voxet til en selvstændig videnskab. Endelig føies endnu et afsnit 4) til, som søger at udgrunde og fremsætte lovene i de kræfter, som virke og har virket geologisk. Anden del, om jordskorpens sammenføining, begynder med dette afsnit om nutidens virkende kræfter, går derefter over til palæontologien og stratigrafien. Her forudskikkes først litologien.

Jordskorpen består af bergarter. Den ganske forberedende del af geologien er altså litologien, som fortæller os om bergarterne.

Bergarternes struktur og inddeling.

Det væsentlige og sikre kjendemærke for bergarten ligger i at påvise det eller de mineraler, hvoraf den består. Den, der kan adskille de almindelige mineraler, kan også i regelen med lethed kjende bergarterne. Men allerede bergarternes struktur samt masseforhold i det store, videre endog ofte de ydre former er mærker.

De mineraler, som på en lovmæssig måde sammensætte bergarten, kaldes dens bestanddele. Består den kun af et mineral (i hovedsagen), da er den *enkelt*, består den af flere, da er den *sammensat*.

Forskjel mellem mineral og bergart: en bergart er en *bestemt* sammensætning af mineraler. Kvarts, feldspat og glimmer er hver for sig et mineral. Men optrædende sammen danne de bergart: granit. På samme måde som snefnug forestiller mineralet, men den evige sne

bergarten, ser man i et stykke kalkspat det enkelte mineral, men i et stykke marmor en bergart.

Ved en bergarts struktur forståes den eiendommelige måde, på hvilken bestanddelene er blandede med hverandre, i form, størrelse fordeling. Disse strukturer er (for det ubevæbnede øie):

krystallinsk, når bestanddelene skjelnes som krystaller, uden at disse kan siges at være slidte.

tæt, når øiet ikke skjelner bestanddelene enkeltvis.

glasstruktur med jævn masse, brud o. s. v. som glas.

klastisk eller brudstykke-struktur, når bestanddelene kan dels skjelnes som slidte, itubrukne, dels egentlig kun anes som slamartede.

Som krystallinske strukturer får her regnes:

118.



Kornig granit.

krystallinsk kornig. Krystallerne synes at trykke og hindre hverandre i fri udvikling. Er de store, da kaldes kornet grovt, er de små, da kaldes det fint eller småt. Vil man have grændser for disse udtryk, da kan man sige finkornet, når bestanddelene synes som punkter (fig. 130) og man helst tyr til lupen, kornet (som 118) grovkornet, endelig storkornet, når de har tomme- og fods mål (fig. 123).

kornig-stribet er for øiet en mellemting af disse to nysnævnte strukturer. Bestanddelene er ikke ordnet i fuldkomne paralleler, men afbrudt, flammevis. Makroskopisk, det er for øiet, viser sig denne struktur omtrent som mikroskopisk talt „fluidalstruktur,“ eller en ordning som i flydning.

krystallinske skifere kaldes bergarter med lag-sammensætning; i smålagene er bestanddelene ordnede rækkevis. Efter denne skivnings slags tales om planskifrig, kruset skifrig, tykskifrig, tyndskifrig.

porfyr-struktur. For øiet viser sig i en grundmasse, tilsyneladende tæt, krystaller af et eller flere mineraler (se fig. 131).

lava-struktur har blærerum, enten uregelmæssige eller fladtrykte, ofte mandelformede, altså forskjelligt udseende i de forskjellige snit.

mandelsten-struktur har (blærerum) „mandler“ (se fig. 137) fyldte med mineraler.

Den tætte struktur opløses for et stort antal bergarters vedkommende under mikroskopet til krystallinsk; men det synes fortiden umuligt at undvære navnet ganske.

Granit, syenit, feldspatporfyrer o. fl. med tæt udseende nævnes ofte som *felsit*. Grønstene, gabbro, augitporfyrer m. fl. af tæt udseende nævnes som *afanit*, *trap*. De første ere lysere, de sidste mørkt farvede. Man må ty til lupen eller mikroskopet.

Brudstykke-strukturen kan efter billedet sand og slam (eller dynd) skilles i psammit-struktur og pelit-struktur [psammos sand, pelos dynd].

Ledetråd til bestemmelse af bergarter.

Når strukturen er for det ubevæbnede øie	og følgende mineral kan erkjendes som væsentlig bestanddel	da hører bergarten til gruppen	vægt	og kan måske sættes mellem
krystallinsk kornig, undertiden porfyragtig, ofte kornig-stribet.	kvarts, feldspat, glimmer,	*granit*	2.6	ældre eruptive bergarter med krystallinsk kornige.
	feldspat, hornblende	*syenit*	2.7—2.8	
	labrador, augit	*gabbro*	2,8 - 3	
	plagioklas, augit ell. hornbl.	*grønsten*	2.6 — 2.9	
ægte *porfyr* indtil tæt	kvartskrystaller	*kvartsporfyr*	2.5 — 2.6	porfyr struktur.
	feldspatkrystaller	*feldspatporfyr*	2.6 — 2.7	
	augitkrystaller	*augitporfyr*	2.7 — 3	
krystallinsk kornig	hornblende	*amfibolit*	2.7 — 3.1	sjeldne
	smaragdit, granat	*eklogit*	3.1 — 3.4	
	granat	*granatberg*		
	olivin	*olivinsten*	3.2	
tæt	serpentinmassen kj. ved H og brud,	*serpentin*	2.6 — 2.9	
lava glas porfyr stribet	kvarts og sanidin,	*liparit*	2.5 — 2.6	yngre eruptive.
	sanidin,	alm. *trachyt*	2.6	
	ingen kvarts, undertiden augit,	*basalt*	3.1 — 3.2	
		dolerit	2.7 — 2.9	
		leucitlava	2.7 — 2.8	
		augitlava	2.6 — 2.8	
klastisk	trachyt materiale (sanidin)	trachytiske *tuffe* og		vulk. brudst.-berg.
	basaltisk materiale (palagonit),	basaltiske *brekcier*		
krystallinsk skifer skjællet skifrig	feldspat	*gneis*	2.6 - 2.8	metamorfiske krystallinske skifere.
		glimmerskifer	2.6 — 3	
		hornblendeskifer	2.8 — 3	
		klorit- og *talkskifer samt vegsten*	2.8	
		lerglimmerskifer	2.7	
		kvartskifer	2.6	
krystallinsk kornig	kalkspat,	*marmor* og *dolomit*		
psammit (i alm. med lag sammensætning)	kvarts kjendes i sandkornene,	*sandsten* og *konglomerat*	1.9—2.7	lagdelte sedimentære.
pelit	ler-emne kjendes ved at åndes på,	*lerskifer*	2.3 - 2.9	
		lerstene		
	kalk kjendes ved brusning for syre,	*kalksten*	2.6 - 2.7	
		magnesiakalk	2.8—2.9	
		mergelsten, mergelskifer		
	gips kjendes ved H.,	*gips*	2.3—2.4	
løs	kul-emnet kjendes for ilden,	*kullene*	1.2—1.9	
		jordslag	1.5 — 2.5	

Begge kan tillige være enten fast eller løs, og den første fin eller grov, efter billedet sandkorn, rullesten. Disse strukturer blive således:

sandsten-struktur, hvor man skjelner mellem de kantede eller slidte korn og bindemiddelet. Begynderen har nogen vanskelighed ved at skille denne struktur fra krystallinsk-kornig; måske overvinder han vanskeligheden lettest ved at holde sig til billedet: sand paa den ene side, granit paa den anden.

konglomerat er den grove sandsten med afrundede brudstykker, for hvilke billedet rullesten passer. Størrelsen giver navnet; lad den være mindst som nødden, derfra opover som næven, hovedet.

brekcie er den samme grove brudstykke-struktur, med skarpkantede stykker.

pelit-struktur har efter billedet dynd ingen iøinefaldende korn, intet fra dem forskjelligt bindemiddel.

løs eller *jordagtig*, efter billedet løst sand (uden bindemiddel), løs rullesten, jord.

For begynderen er den inddeling tjenlig, som virkelig hjælper ham til at gjenkjende bergarten. Man kan inddele bergarterne efter ganske forskjellige grund-anskuelser, man kan lægge enten struktur, eller synlige mineraler, eller kemisk sammensætning, dannelsesmåden, endog alderen, ja det mikroskopiske udseende til grund. Enhver af disse inddelinger har sin nytte, og mer eller mindre værd til oversigt, for teorierne o. s. v. Med nye inddelings principer følger nye navne; indtil de gamle ganske forsvinde, trænges imidlertid endnu fortiden at holde fast ved omtrent de her opregnede.

Bergarter kan ordnes ifølge deres formodede dannelse. Charles Lyell adskilte:

plutonske de, som man i almindelighed antog dannede i et stort dyb, hvorfra de frempressedes, [underverdenen, Plutos hjem]. Nogle sætte porfyrerne i denne klasse, andre i den næstfølgende. De kaldes også ældre eruptive;

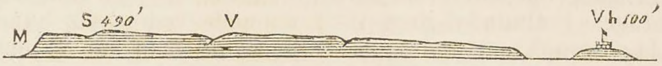
vulkanske de, som antages dannede ved de ligesom for vore øine endnu virkende vulkanske kræfter, ved smeltning, fremvældede, også udstrøede. De kaldes også yngre eruptive;

(*metamorfiske*) omdannede sådanne, som man antog at være, fortrinsvis fremfor andre bergarter, omdannede (metamorfoserede) i stort mål efter deres oprindelige afsætning;

sedimentære dannede ved bundfælding i vand lag for lag [sediment afleiet ved at synke tilbunds]. Og man lægger gjerne hertil kullene og jordslagene.

Når vi skue bergarterne således som de ligge for os i fjeld og dal, opdage vi snart en væsentlig forskjellighed, som tillader at dele dem i 2 store grupper, nemlig de *lagede* og *ulagede*. Nogle mene at udtrykke sig bedre således: lagede bergarter og masse-bergarter.

Hos de *lagede* bergarter sees laget [skikt, stratum]. De ydre former pleie at svare til lagenes [skikternes, straternes] stilling, der er: fjeldets overflade sees at hænge af den indre bygning. Et landskab, hvor fjeldgrunden består af ganske vandrette eller kun lidet bølgende lag, har gjerne oventil store flader, men mod dal-siderne steile vægge. En sådan fjeldbygning er det man kalder tafel-land, platå-land.

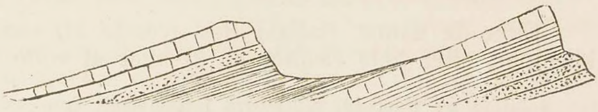


Snit fra Varangerfjord ved Mortensnæs M til Vardø, over 6 geogr. mile. S Storfjeld, V Varangernæs. Vh Vardøhus [efter Tellef Dahll].

Exempler: sand- og lersletter i Romeriget. Sort lerskifer og blåkvarts i nordre Aurdal og Slidre. Øst-Finmarkens sandsten og konglomerat. Rød sandsten på rigsgrændsen i Bratfjeld, Faxefjeld. En stor del af Østerdalens sparagmit- og konglomerat-fjelde. Også pyramidale former kan her opstå ved udskjæring til alle sider, f. ex. kvartsskiferen i Rundan.

En regelret fjeldbygning med ikke meget steilt heldende lag har et ganske andet udseende, som vexler med lagenes stilling. Her sees fjeld, jævnt opstigende på den ene side og bratte på den anden; man adskiller da heldsiden og bratsiden.

119.



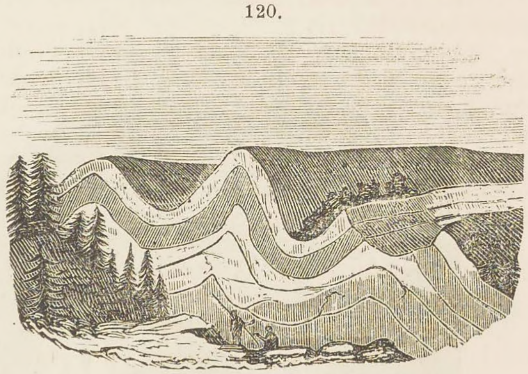
Skråt heldende lag.

Exempler: kalkkjæderne på Ringeriget, i øerne udenfor Holmestrand, i Skiensdalen. Kvartsit og hornblendeskifer i de høie fjelde ved Krøderens vestside (således Hestgjuvnatten). Flere af Østerdalens og Gudbrandsdalens kvartsfjelde, Rendalssølen, Skaget.

Den enkelte eller den gjentagne kjædeform gjør sig i sådane fjelde gjældende. I høi grad udmærker sig kjædeformen, hvor flere parallele kjæder optræde sammen, af hvilke hver enkelt svarer til et hvælv eller en stor bølge.

I det store har man exempel herpå i Jura, Alleghanys. I det mindre sees sådane som lange bølger op og ned dukkende lag med tilsvarende linier i landskabet især i Kristianiadalens og Hadelands, mindre tydeligt i Totens og Hedemarkens kalkstene og lerskifere. Enkelte nedentil sluttede bøininger sees i Furuberget og Helgøen ved Mjøsen.

120.



Foldede lag i Jura.

Et fjeldlandskab endelig med meget stærkt skrånende eller endog ganske lodrette lag får atter et tafelagtigt udseende, oventil platå og på siderne steile indsnit. Hyppigere end på sande tafellande løfte sig dog her op over platået åsrygge og knuder, svarende til lagenes strygning.

Exempler: grå gneis og hornblendeskifer i Kongsbergs omegn. Kvartsit og hornblendeskifer i Modums og Snarums hoveddal. Gneisen i Egebergs platå og på østre side af Vormen.

Anderledes optræder masse-bergarterne, de der ikke ligge i lag. Disse antages i almindelighed ikke dannede ved lagvis bundfældning, det ene lag ovenpå det andet; de er, såvidt man kan skjønne, fremkomne mere på engang. Disse er de *ulagede* bergarter, og da man som oftest med en vis grad af sandsynlighed kan vise, at de vældede op af dybet, mange af dem bevisligt i flydende smeltet tilstand, og at de under frempresningen har afrevet og omviklet brudstykker af omgivelserne, kalder man dem også gjerne *eruptive*.

Sådane bergarters ydre former er yderst forskjellige. De løfte sig ofte i et sæt ved grændsen, men vise derhos oventil over store strækninger en jævnt bølget overflade med runde koller hist og her.

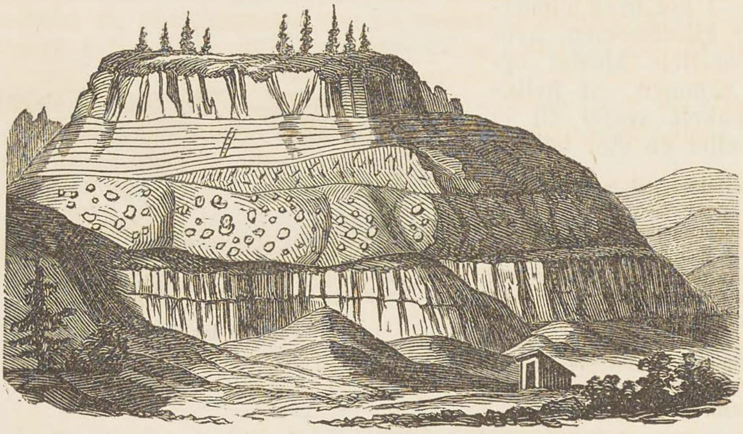
Således er Nordmarken omkring Maridalen, Skreifjeldene ved Mjøsen, den småkollede egn mellem Fredrikstad og Fredrikshald — alt yngre granit eller syenit. De store kuppelfjelde i Lærdal, samt ved Sperilen; de vilde heier i det indre af Kristiansands stift — alt gammel granit.

Eller de danne (ialfald det øverste af) ensligt opkneisende fjeldkjæmper, eller hele rækker og klynger af vilde tinder og horn.

Sulutind på Filefjeld, Skogshorn i Hemsedal, Tronfjeld i Tønset. Jotunfjeldene og Lofotens tinder — alt dels gabbro og grønsten, dels granit og stribet granit.

Eller de hænge på en vulkans sider eller udbrede sig omkring dens fod, således som lavaer. Et islandsk navn for en lavastrøm er Stenå. Eller de har en dermed næsten lig udbredelse som tykke pladeformige masser over et fremmed underlag (som dække). Basalt og porfyr ledsaget af tuflag og brekcier optræde ofte således.

121.



Tafelfjeld af basalt som dække over tuffe og brekcie. I foden atter basalt [efter Jokély].

Porfyrerne ved Holsfjord, ved Holmestrand optræde som dække; men også granit, gabbro og grønstene sees, ihvorvel sjeldnere, optræde som dække på lignende vis, således i Hallingskarven, Jotunfjeldene, Hemsedalsfjeldene.

Eruptive bergarter har undertiden sprækker og kløfter, som dele dem i tilsyneladende regelmæssige stykker; dette er dog ikke regelret

vexlende lag af forskjellig natur, således som ved de sedimentære fjeld, thi delingen har samme masse på begge sider.

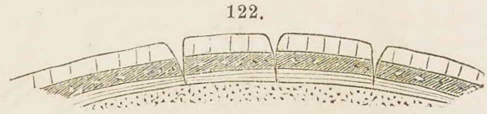
Dette er i korthed hovedforskjellen mellem lagede og ulagede bergarter. De førstes former sees i de store grupper: sandstene, lerskifer, kalkstene. De sidstes derimod i granit, porfyr, lava. De første *kan* i almindelighed tillige indeholde dyr- og plante-levninger, de sidste derimod, som ikke indeholde sådane, kan tillige optræde i gangform. (pag 58).

Fra betragtningen over fjeldformernes mest iøinespringende forskjelligheder ledes vi til spørgsmålet om dalenes dannelse. Ved at betragte de rindende vandes såvelsom bræernes store førsels-evne, overtales vi allerførst måske til at antage alle dale fremkomne ved, at vand har gravet dem ud. Men dette bliver dog kun ensidig betragtning. Der er andre kræfter, som skjønt mere skjulte, dog i høiere grad må have virket til daldannelsen: det er høideforandringer, hævning af enkelte dele af jordskorpen pludseligt eller langsomt, sammenfoldning som i Jura. Ved vulkanske udbrud ser vi endnu, hvorledes stykker af jordskorpen hæves, og hvorledes den til samme tid brister i forskjellige retninger. Og hele fjeldlæren fra først til sidst siger os, at høideforandringer, og det meget store, har fundet sted. Thi hvad der ved koraller, fiske, skjæl og bølgeslagsmærker sees engang at have ligget som havbund og havbred, findes løftet til nu at tage plads i fjeldenes tinder.

Men det er åbenbart at en hævning af hele jordskorpestykker ikke kan ske, uden at mangen gang bristning finder sted. En bristning i det store vil optegne dalen, revnen bliver dalbunden, som de rindende vande kan arbeide videre ud. — En anden årsag til daldannelsen er de bevægelser i jordskorpen, hvorved vi ser, at hele lagrækker er bragte ud af oprindelig stilling og sammmenpressede på mindre rum. Vi kan således adskille dale — foruden som bekjendt i længdedale langs med lagene eller bølgerne, og tværdale tværs over dem o. s. v. — også, om vi vil indskrænke os til korthed, som disse 3 slags:

1. dale, fremkomne ved *bristning* eller spalte-dale.

122.



Spalte-dale, simpleste form.

Exempel: Stor-Elvedalen, Rendalen, Storsjøen, Enger-søerne. En stor del af Norges dale, søer og fjorde synes at være sande sprækker, hvor udbøining og indbøining på begge sider vilde passe sammen i de bratte vægge, om det hele igjen trykkedes sammen. Nærøfjord med Nærødal, Urlandsfjord, Lærdalsfjord med Lærdal, Lysterfjord med Fortundal, Årdalsfjord med Årdal; ja hele Sognefjorden giver i det store billedet af en revne i jordlegemet.

2. dale fremkomne ved *foldning*, fig. 120.

Exempel: Jura. I det mindre i Kristianiadalen, Hadeland o. fl. st.

3. dale fremkomne ved *udgravning* formedelst de rindende vandes kraft fig. 180.

Exempel: Vormens og Glommens mange små side-dale gjennemskjærende ler- og sand-platåerne i Romeriget, i Edsberg o. s. v.

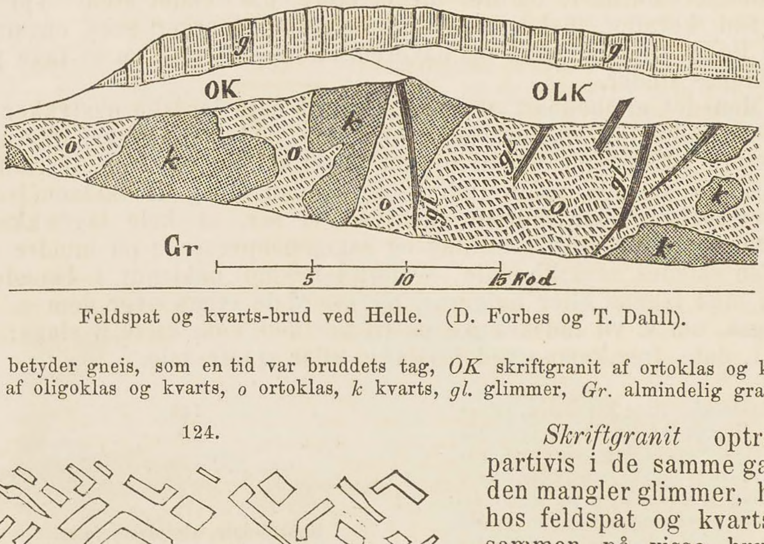
Bergarternes beskrivelse.

Anm. I det følgende betyder *St. struktur*, *Be.* bestanddele, *F.* forekomst. Exempler er især valgte fra (Ch.) chausseerne, hvor fjeld er blottet ved sprængninger.

Granit. St. er krystallinsk-kornig. *Be.* er af 3 slags: kvarts, 1 eller 2 feldspater og 1 eller 2 glimmere. Feldspaten giver gjerne graniten dens hovedfarve, som rød granit, hvid granit, grå, nemlig ved rød og hvid ortoklas, ved hvid og grønlig oligoklas; glimmeren er kaliglimmer, magnesiaglimmer. Tilstede indsprengt er ofte granat, magnetjern, turmalin, kise, titanit, ortit. *F.* udbredt bergart, i masser og i gange.

Ændringer: porfyrgranit har almindelig kornig granit til grundmasse, men deri ligge større ortoklaskrystaller. *Pegmatit* kaldes meget storkornig granit, der optræder i gange; den indeholder forresten et helt mineralselskab såsom ædel granat, turmalin, beryl, metalstene. Pegmatit giver anledning til feldspat- og kvarts-brud.

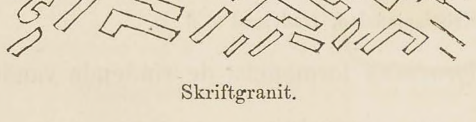
123.



Feldspat og kvarts-brud ved Helle. (D. Forbes og T. Dahll).

g betyder gneis, som en tid var bruddets tag, *OK* skriftgranit af ortoklas og kvarts, *OLK* af oligoklas og kvarts, *o* ortoklas, *k* kvarts, *gl.* glimmer, *Gr.* almindelig granit.

124.



Skriftgranit.

Skriftgranit optræder partivis i de samme gange; den mangler glimmer, hvorhos feldspat og kvarts tilsammen på visse brudflader danne figurer, der har en fjern lighed med hebraiske skrifttegn. *Hornblende-granit* har hornblende istedetfor glimmer. *F*, i hele fjeld, i store masser (berggranit) ved Farsund; i gange (ganggranit) ved Arendal. *Protogin-granit* har talk eller klorit istedetfor glimmer. *F.* Alperne, Montblanc. Trondhjem.

Exempler: Granit i masser: Ch. i Lierdalen, rød. Ch i Lærdal, grå. Ch. på Dovre, Jora hvid. I Drammensfjord, rød. Iddefjord. Ved Sarpsborg. Granit i gange, sværmende. Ch. ved Arendal, Ch. ved Bruflat, Ch. fra Gulsvik, Hallingdal. Jernbanelinien mellem Grorud og Strømmen ved Kristiania.

Stribet grauit (tildels forfatternes „gneis-granit"). *St.* er krystallinsk-kornig og stribet. *Be.* er granitens, dog ikke så jævnt blandede, men såvidt rækkevis ordnede at navnet tilbyder sig. Forskjellen mellem stribet granit og almindelig gneis ligger 1) i den førstes mangel på lagning, 2) undertiden tillige i dens overveiende feldspat, som sædvanlig er hvid eller rød ortoklas. *F.* i hele fjeld.

Exempler: Frederikstens klippe. Ch. i Nissedal. Vei gjennem Bø, Telemarken. Ch. til Enebak, ved Stensrud, nord omkring Bergen. Anvendt: bro ved Kongsvinger. Bro ved Elverum.

Før er ikke omtalt mikroskopets tjeneste til undersøgelse af mineraler og bergarter. Da mikroskopet netop giver et indblik i granitens væsen, turde nogle ord herom være på rette sted. For at undersøge mineral-splinter under mikroskopet behøves meget tynde fliser deraf. En og anden gang kan man tilfældigt få slige, f. ex en splint af obsidianens skjærende kanter; men i regelen må man tillave sig skiverne ved slibning så tynde, at de kan betragtes i gjennemfaldende lys. Ved en linie-forstørrelse af 2000 gange vil alle de mindste forholde da ligge klare og afslørede; dog rækker også en på 500—1000 til. Sædvanlig er forstørrelsen 40 eller 60 forresten tilstrækkelig.

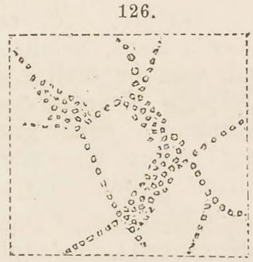
Betragtes nu granitens kvarts under mikroskopet, da sees den at indeholde en mængde forskjellige hulheder, som man har kaldt *dråber* og adskilt korteligt som vand-dråber, glas- og sten-dråber, gas- eller damp-dråber.

125.



Vanddråbe med luftblære (granit), meget forstørret.

126.

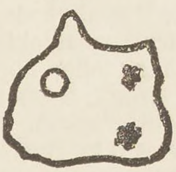


Rækker af vanddråber.

Alle *vand-dråber* af nogenlunde synlig størrelse vise en liden bevægelig blære. Kvartsen synes at være dannet i en høi temperatur, og blæren fremkommet ved at den i hulheden eller dråben indsluttede vædske siden under temperaturens synkning trak. sig sammen. Denne blære er bevægelig ligesom luftblæren i et vaterpas. (Zirkel). Man antog før, at kvarts med sådane indslutninger var sjelden. I samlinger findes gjerne nogle kvartskrystaller med for øiet synlige vanddråber. Men tages mikroskopet til hjælp, da sees, at forholdet er en regel. Mængden af den således indsluttede vædske er ikke ubetydelig. Zirkel har på et rum af $\frac{1}{100}$ millimeter i firkant tællet 250 tydelige vanddråber under mikroskopet, og siger, at nogle graniters kvarts er så fuld af dem, at de kan sættes til $\frac{1}{20}$ af selve kvartsens masse.

Glas- og *stendråber* findes ligeledes i granitens kvarts ganske lig dem, som sees i krystaller, der en og anden gang dannes ved smeltninger i hytterne, eller som de, der sees i alle obsidianer og flydte lavaers feldspat. Det er stykker af den smeltede stenmasse, hvoraf kvartsen udskiltes og som indsluttedes af den voxende krystal. De indeholde også luft-blærer, men medens hver vanddråbe har 1 sådan, er der i glasdråberne flere, og altid ubevægelige. På grund af lysets brydningsforholde sees glasdråben med en bredere mørk rand end vanddråben, og lyspunktet i sidstnævntes luftblære er større end i førstnævntes. Er en sådan dråbes indre krystallinsk, da kaldes det en stenbråbe

127.



Glasdråbe med luftblære og 2 stenpunkter. Feldspat af islandsk trachyt.

128.



Stendråbe.

129.



Dampdråber i granit.

[Alt efter Zirkel].

Endelig findes også gas- eller dampdråber, som er små tomme rum med bred rand, uden iliggende faste eller bevægelige blærer (Zirkel).

I det følgende findes under porfyr, trachyt, basalt, lava, obsidian, begsten nogle flere bemærkninger angående forholdet for mikroskopet.

Disse forholde tillade slutninger til granitens og de øvrige plutonske bergarters dannelse. Allerede ovenfor hørte vi, at *Daubrée* har fremstillet ganske små (mikroskopiske) kvarts-krystaller ved at lade vand under høi temperatur og høit tryk indvirke på almindeligt glas. Den almindelige kemiske analyse viser derhos, at vand indgår undertiden i stor mængde i plutonske og vulkanske bergslags sammensætning (se begsten). Det kan derfor, når vi nu også tillægge de berørte forholde under mikroskopet, ikke længer sættes som uvist, at granit og de dermed beslægtede bergslag er dannet ved smeltning af stenmasse under samvirkc af vanddamp og gasarter i en målestok, som antydes for vore øine i de også nu med damp svangre flydende lavaer og af den store mængde vanddampe og gas, som udstødes af vulkanerne.

Syenit. St. krystallinsk-kornig undertiden stribet. *Be.* er især 2 slags, sjeldnere 3, nemlig 1 eller undertiden 2 feldspat, hornblende og sjelden (samt lidet) kvarts. Hovedfarven er grå eller rødlig. Tilstede indsprengt er ofte titanit, magnetjern. Feldspaten er især ortoklas. Glimmer optræder derhos ikke sjelden. Der opstilles en del syenit-ændringer. *F.* i hele fjeld, i store masser; i gange. I grovkornede gange findes derhos et helt mineralselskab, deriblandt zirkon.

Exempler: Ch. ved Laurvig. Fredriksværns klipper. Anvendt: Søiler i universitetets forhal. Slottets sokkel. Polerede søiler i kreditbanken i Kristiania. I gange: Fredriksværn.

Gabbro. St. er krystallinsk-kornig, ofte også stribet. *Be.* er især 2 slags, nemlig en plagioklas-feldspat [labrador] og et augitmineral, som er diallag, hypersten eller almindelig augit, olivin er derhos hyppig. Hovedfarven er mørk. Hyppig tilstede indsprengt er derhos hornblende, brune glimmerblade, titanjern, (olivin) serpentin, kise. Kornig gabbro og stribet gabbro findes ganske ligesom kornig granit og stribet granit.

Ændringer: Der opstilles mange ændringer: 1) *hyperit* eller hyperstengabbro, *diallaggabbro*, *olivingabbro*. Disse er mest mørkfarvede. Som 2) *labradorsten* kan betegnes bergart af ganske overveiende labrador. Den har gjerne lys farve. 3) *Saussuritgabbro*, mest grøn og hvid spettet, har saussurit. Med navnet norit betegnede Esmark senior forskjellige gabbro-slags. *F.* i hele fjeld og store masser; i små kupper; i gange.

130.



Porfyragtig grønsten. - Struktur af grundmassen finkornig,

Exempler: 1) Skagastølstinderne og overhovedet Jotunfjeldenes tinder. Trons øverste kuppel. Dronningkollen ved Kongsberg. Kristiansfjeld i Elverum Sølvsbergets knap i Hadeland. 2) Lærdalsfjord, Nærødalen. 3) Hestekletten ved Storvarts, Røros.

Grønsten. St. krystallinsk finkornig. *Be.* er især 2 synlige slags, nemlig et lyst mineral, plagioklas, og et grønt mineral, augit eller hornblende. Hovedfarven er grøn. Næsten sort er den for øiet tætte grønsten, hvor bestanddelene aldeles ikke skjelnes; med porfyragtig struktur optræder grønstenporfyr. *Ændringer: diorit* med hornblende, ofte noget kvarts; *diabas* med

augit; hyppig tilstede i diabas er kalkspat, pistazit, kise. *F.* i gange gjennemskjærende sedimentære lag såvelsom eruptive masser; i leier ╪ lagene; i små kupper, sjeldnere i fjeld og store masser.

Exempler: Gangene sees Ch. fra Lysaker til Sandviken ved Kristiania. Stenbrud i Kristiania omegn. Anvendt til brostens-lægning i Kristiania. Leier og kupper sees mellem sandstenfjeldene på rigsgrændsen, Drivfjeld, Frengenfjeld, Fulufjeld. Store felt sees: Grøndalens fjelde (sidedal til Hemsedal).

Amfibolit eller hornblendesten er især hornblende og kvarts med ganske lidet plagioklas. Den er kornig til tæt, grøn, sort. *F.* i kupper og gange. Øifjeld i Tydalen. Årnes jernbanestation. Kongens grube, Røros.

Eklogit består af et slags græs-grøn hornblende og rød granat, hvortil kommer sort glimmer, o. fl. *St.* kornig. *F.* Romsdalshorn ved foden, Duen, Elsfjeld, (Holsenø).

Granatberg består af granat, ofte kolofonit, samt augit (kokkolit), hvortil undertiden kommer kalkspat. *F.* Arendals jernleiesteder.

Porfyrer: *Kvartsporfyr* har almindelig porfyrstruktur. De i den tætte grundmasse liggende krystaller er 2 slags, nemlig dels kvarts, dels ortoklas. Hovedfarven er forskjellig, hvid, grå, rødlig. Uden synlig kvarts var den kjendt ofte som såkaldet felsitporfyr.

Exempler: Store fjeldmasser i Syd-Tyrol. Hos os under Kroftkollen (n. for Gjellebæk), Glitre vand. Gange i Kristianiadalen.

Feldspatporfyr også kaldet porfyrit har almindelig porfyrstruktur. De i den tætte grundmasse liggende krystaller er kun feldspat. Kan denne skjelnes som ortoklas, da er navnet ortoklasporfyr. Når porfyrstrukturen synker tilbage, kaldtes den ofte felsitporfyr. Tilstede som iblandinger er undertiden hornblende, glimmer.

Kvarts- og feldspat-porfyrer adskille sig under mikroskopet i ingen henseende fra de kiselrige trachyter (Zirkel).

Exempler: 1) Ch. over Fjulsrud og ved Holsfjord. Klevstuen øverst i Krogkleven. 2) „felsitporfyr" i leier og gange i Kristianiadalen. Se enkelte stenbrud.

131.



Feldspatporfyr.

Sorte porfyrer har almindelig porfyrstruktur. De synlige i den mørkt farvede grundmasse liggende krystaller er plagioklas, labrador, augit som i *melafyr;* med overveiende augit kaldes den bekvemt *augitporfyr*.

Exempler: Augitporfyr Ch. ved Holmestrand. Østøen ved Horten. Ch. til Laurvik.

F. De nævnte porfyrer optræde: i tykke masseformer, som plader, dannende dække o. s. v. (fig. 121, 132); i gange.

132.



Porfyr-fjeld med sandsten fod.

Meget ofte ledsages porfyrerne af mandelstene, idet de vise blærerum, der er fyldte med kalkspat, kalcedon, kvarts, zeoliter; samt af brekcier, idet de indeholde brudstykker af forskjellig slags.

Exempler: mandelsten i Ch. ved Holmestrand. Brekcier: Løvøen ved Horten. Nyholmen ved Vettakollens fod (Kristiania). Ch. ved Elvene, Holsfjord.

Olivinsten. St. krystallinsk-kornig, også stribet, kjendes ved olivinens farve og hårdhed, når den er frisk. Hovedbestanddel olivin, dertil kommer enstatit, augit o. fl. Man opstiller flere ændringer. Indsprengt optræder kromjern i korn. *F.* Dun mountain (Ny Zealand). I Norge: Vanelvdalen, Tafjord, Hovden i Hornindal (Hellesylt) med enstatit, Stappen ved Skutvikvand (Tromsø).

Serpentin. St. krystallinsk-skimrende eller sædvanlig tæt. Består af serpentin. Farven er oftest mørk, grøn, sort. Bruddet splintrigt. Hyppig tilstede er: olivinstenens og olivingabbroens bestanddele indsprengt. Serpentin har en mængde kløfter og sprækker i alle retninger, og på nogle sådane sidder ædel serpentin, amiant o s v. *F.* sjelden i store fjeldmasser, mest kupper af udseende som olivinstenens rustbrune eller grå, ved forvitring i dagen; derhos i gange.

Exempler: Feragensfjeldene ved Røros og rigsgrændsen. Lekø. Fåstenen ved Tønset. Fens grubefeldt ved Nordsjø. Lidet feldt på Tyristrand.

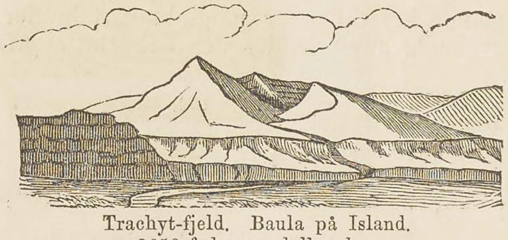
Trachyt. St. krystallinsk-kornig, også stribet, ofte porfyragtig. *Be.* som granit, som syenit, som grønsten. Et kjendemærke, som engang angaves, synes at bortfalde, nemlig kjendelig *sanidin*: en glasagtig ortoklas med utallige små ridser og spring, som gjennemsætte større krystaller.

Ændringer: den *kvartsholdige* trachyt kaldes oftest *liparit.* Farven er lys lig felsitporfyr. Denne slags trachyt er særdeles lærerig, fordi den nøiagtig svarer mellem de yngre eruptiver til granit og kvartsporfyr mellem de ældre. De islandske trachytporfyrer vise under mikroskopet, at deres kvarts holder utallige små indsluttede vanddråber. Den *almindelige trachyt* er lys og grå, uden kvarts, men ofte med hornblende, glimmer, augit, jernerts o. s. v. En egen trachyt er fonolit eller *klingsten* (som klinger i tynde plader). *Andesit* kaldes Andes- og Kaukasus-spidsernes forskjellige trachyter, såsom i Chimborazo og Ararat. En del af almindelig trachyt svarer til syenit, fonolit til elæolit-syenit, hornblende-andesit til diorit, augit-andesit til diabas.

F. af trachyter: i fjeldrækker, også i ensligt kneisende kegler, ledsagede af pimpsten, obsidian, begsten, vulkanske brekcier; i gange; i strømme som ægte lavaer.

Trachyt er undertiden afsondret i søiler ganske som basaltens, således den lystfarvede blege trachyt i Baulas pyramide. Ved Baula i Vest-Island er ypperlig leilighed at granske kvartstrachytens natur. Baula og lille Baula er stokformede masser af liparit, der lyse langveis mellem de mørke

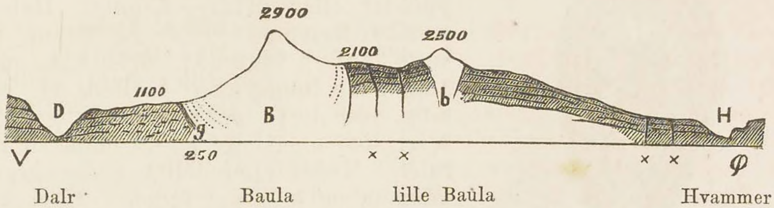
133.



Trachyt-fjeld. Baula på Island.
2650 fod over dalbunden.

doleritlavaer og mandelstene og tuffe, som omgive dem. I hoveddalen løber Nordrå, i vest skjærer åen ved Dalr, i øst åen ved Hvammer til. Derhos er det således opskårne fjeldstykke blottet lige under Baulas

134.



Snit over Baula-pyramiden.

g (glas) begsten på grændsen mellem trachyt og tuf, × gange.

fod ved et dybt bækkedrag. Her sees i grændsen for trachytmassen et vulkansk glas, en begstenmasse, dannet ved trachytens indvirkning på tuflagene. Trachyten er presset frem på lavaers vis fra dybet.

Exempler: findes ikke i Norge. Siebengebirge ved Bonn. Baulapyramiden på Island. Gange ved Baula. Strømme på Ischia ved Neapel.

Basalt. *St.* hyppig tæt for øiet. Basalt viser under mikroskopet, sine bestanddele (doleritens). Basalt er hård, seig, mørk, temmelig tung, bruddet mest fladmusligt. Olivin er ofte synlig i krystaller, i korn og kugler. Også ædle stene er fundne i basalt, såsom safir og ædel zirkon.

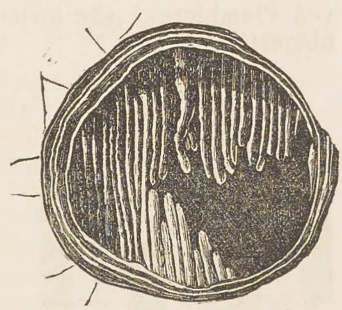
Basalt svarer mellem de yngre eruptiver til de sorte porfyrer mellem de ældre.

Ligesom porfyrerne og ofte lavaerne, ja undertiden også tuffe optræder basalt mangen gang som *mandelsten.* De såkaldte „mandler“ eller de fyldte blærerum i basaltens masse indeholde mineraler, som ellers ikke vise sig i massen, nemlig især kalcedon, kalkspat, kvarts, ametyst, zeoliter.

Emnerne til disse mineraler, som fylde mandlerne, må være indførte i opløsning eller ved dampe. Opløsningen pressedes gjennem stenmassens mindste dele, og mineralerne måtte udkrystallisere, idet hin dryppede ind og udbredte sig på det lille hulerums væg. Deraf den lagvise orden mellem mineralerne i sådane mandler.

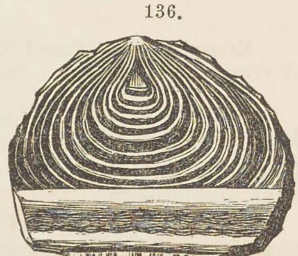
Undertiden sees, hvorledes en del af opløsningen har samlet sig og afsat skiver på bunden af mandelen medens en anden

135.



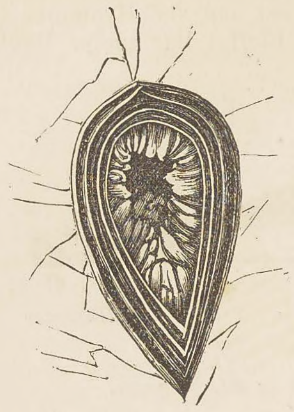
Agat-mandel med drypsten af kalcedon (efter G. Bischoff).

136.



Agat-mandel med skivet kalcedon og inddrypåbning (efter G. Bischoff).

137

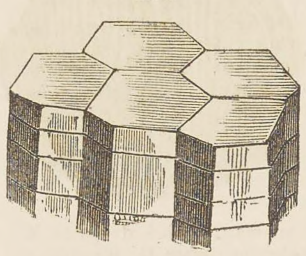


Agat-mandel
(efter G. Bischoff).

del udbredte sig og klædte den indre væg. Eller man ser virkelige drypstenformer især hængende fra taget.

Undertiden sees endnu den åbning, hvor opløsningen kom ind, infiltrationspunktet eller inddryp-åbning. Dels kan ganske fremmed emne på denne måde være indført i stenen, dels kan omsætning have fundet sted mellem en opløsning, som førte et emne til, og stenen selv, som afgav det andet emne til mineralet. Meget almindeligt findes grønjord udenom og kalkspat indeni. Eller kalcedon udenom, deri kvartsspidser. Eller kalcedon, kvarts, ametyst (de såkaldte „agat-mandler"). Eller kalcedon, kalkspat og inderst zeoliter o. s. v. Kalkspat og kalcedon, 2 af de almindeligste fyldninger, kan let tænkes indførte i opløsning, thi selv det hurtigt strømmende kildevand og flodvand er både kalkholdigt og kiselholdigt, meget mere altså den i stenmassen selv listende dråbe, som er beskyttet mod luftens virkning. At også mere sammensatte forbindelser som zeoliter kan dannes således ved tilstrømning i lang tid af små mængder opløste emner, vides af Daubrées opdagelser ved Plombières. (Se anden del: mineralkilder under vulkanske virkninger).

138.



Basalt-søiler. $\frac{1}{9}$.

Basalt såvelsom (den kornige struktur) dolerit viser ofte det smukke syn af tæt stående 6-kantede søiler. Sandsynligvis er disse følgen af en sammentrækning under størkningen af den engang smeltede masse. Søilerne står gjerne lodret på de bredeste afkjølingsflader, som i strøm eller bænk er over- og underflade, i gang derimod begge sideflader.

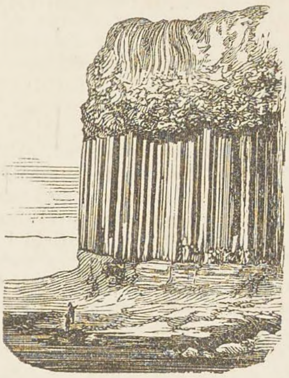
F. i enkelte ensligt liggende, klokkeformede eller pyramidale fjeld; som pladeformige masser, som dække o. s. v. (lig porfyrens udbredelse); i strømme; i gange.

Exempler: findes ikke i Norge. Ved Rhinen mellem Bonn og Siebengebirge, i Eifel, Auvergne. Kyklop-øerne. Staffa. Island.

Dolerit kaldes den kornige basalt. Det er da strukturen, som man lægger til grund. *St.* krystallinsk-kornig. *Be.* basaltens, men synlige: plagioklas, augit, olivin. Med fyldte blærerum optræder den også som mandelsten.

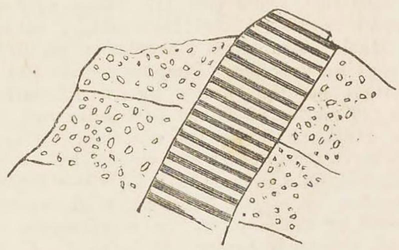
Begrebet *lava* er meget omfattende. Lava kaldes enhver masse, som i smeltet tilstand har flydt fra et krater. Således har man lavaer, der er trachyter, doleriter, augitporfyrer, basaltiske, leucitlavaer o. s. v. I mineralogisk henseende er de såre forskjellige, oprindelsen har de fælleds. Medens Vesuvs lavaer er fulde af leucit, er Ætnas augitpor-

139.



Basalt-klippe med stående søiler. Staffa. De ørsmå 2 streger 2 tilskuere tilvenstre i forgrunden give målestokken.

140.



Basalt-gang med liggende søiler gjennem brekcie-lag.

fyrer og doleriter; en af Heklas gamle lavaer er en anortitporfyr, megen islandsk lava (hraun) er dolerit. Øen Ischia viser derimod trachytporfyr som lava. Andre lavaer er fuldkomne glasmasser (obsidian).

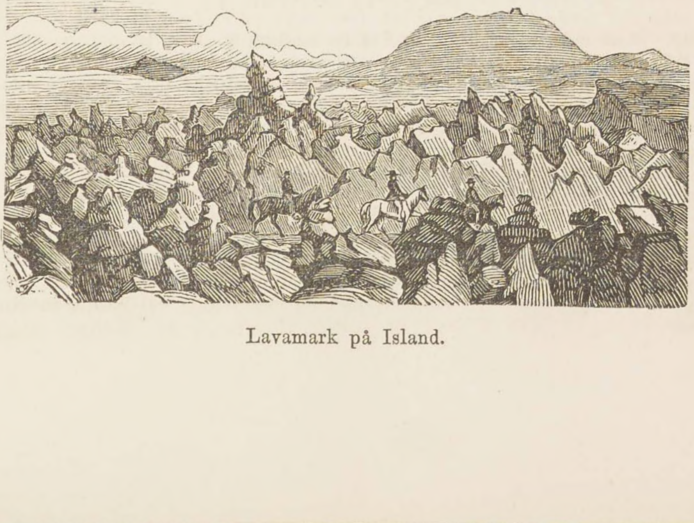
Leucitlava. St. krystallinsk-kornig og porfyragtig. *Be.* er leucit og augit tydeligt udskilte i en grundmasse, der også består af samme. Denne er ved Vesuv den hyppigste. *F.* i strømme og gange, på Vesuv og Somma.

Augitlava kaldes ofte bekvemt mørk lava, som synes rig på augit og ikke kan uden nærmere undersøgelse bringes under nogen af de andre benævnelser, som basalt, andesit o. s. v.

Mikroskopet viser i lavaen fra Islands gamle tingsted en mængde oligoklas-krystaller med tydelig tvillingstribning. De omvikle ofte, slakkekorn, derhos findes i dem små runde hulheder, formodentlig dampdråber. Videre sees olivin og magnetjern i korn (Zirkel).

Slakker. Idet lava flyder, omgiver den sig på alle sider som med en sæk af slakker. Slakke er hastig stivnet, meget blæret lava. Blærerne kommer af gasudvikling fra den smeltede lava. Idet vanddamp og gasarter undvige fra den langsomt flydende strøm, udtrækkes blærerne i længden og blive mandelformede. Et snit gjennem en lavastrøm kan vise sig således: øverst slakkeskorpe og runde blærer, derunder mere og mere flad-

141.



Lavamark på Island.

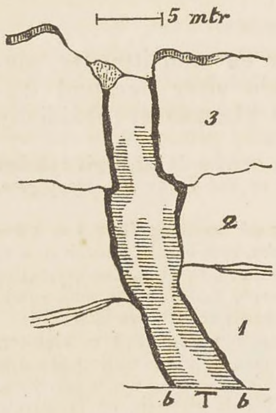
trykte og i længden udtrukne blærer, og nederst en for øiet næsten tæt stenmasse, hvor kun hårfine sprækker antyde de ganske sammentrykte blærer. Den ved Keflavik udstikkende halvø s. v. på Island består af store lavamarker. Overalt sees her skarpe og vredne former af slakkeskorpen i overfladen. Undertiden sees små rygge, der har revne midtefter, eller lave kegler med hulerum under, og hvoraf nogle har blæst aske op. En del af denne strækning kaldes Hvassahraun og bær sit navn med rette.

Pimpsten er en svampagtig slakke. Der er hvide, røde og sorte pimpstene. Ved de mange blærerum, fyldte med luft, bliver vægten så ringe, at de kan flyde, skjønt vægten af pulveret er 2.0-2.5. *F.* løstliggende, udkastede af vulkan under udbrud, således ved Vesuv, Hekla; som skum i overfladen på obsidianstrømme, Hekla; på ganske fremmed bund langt fra vulkaner. Pimpstene drive (fra Jan Mayen og Island?) undertiden i land ved Norges nordlige kyster ligefra Finmarken til Stat, og pimpstenstøvet fra Askespyeren (29 marts) på Island udstrøedes over Norge fra Søndmøre til Drivfjeld i Tryssil.

En ganske fintrådig løs pinpsten — eller obsidian samles ved Kilauea under navn af Péles hår. Det glindser som spindelvæv i solen, er bøieligt og kan balles som bomuld. Ved Filadelfia-udstillingen 1876 forevistes fuglerede af dette, taget ved stien til krateren.

Obsidian er en til fuldkommen glasmasse smeltet lava med ligeså megen kiselsyre som granit og kvartsporfyr, *St.* er glasagtig, ofte stribet efter flydningen. Den har musligt brud, skjærende kanter. *H.* indtil 7. *V.* 2 3-2.4. Farven mørk, ofte ren sort. Glasglands. *F.* Hekla. Volkano (en af Liparerne).

141 bis.



Begsten er en lignende smeltet masse, der adskiller sig fra obsidian ved fedtglandsen, samt ved, foruden sorte, også brune, røde, gule farver, noget mindre hårdhed indtil 6, *V.* 2.3, i kemisk henseende ved en stor vandmængde. At begstene indeholde kemisk bundet vand — 10 pct. — er en opdagelse, ligeoverfor hvilken mange gamle indvendinger, hentede fra visse min^ralers eller bergarters vandgehalt, bortfalde. *F.* ved Meissen i Sachsen Island ved Baula. I nærheden (ved Hvammer fig. 134) af Baula sees en 10—15' bred trachytgang, afsondret i liggende søiler at sætte op gjennem finkornig dolerit 1, og mandelstene 2 og 3. På trachytens grændse sidder begsten (fig. 141 bis).

Under mikroskopet viser sig *begstenen* ikke længer jævnt, formløs og glasagtig, men man ser, at selv en sådan glasmasse består af et væv af smale og korte krystalnåle. Også *obsidian* er et væv af krystaller, derhos sees gjerne magnetjern-punkter, små slakkke-korn, glasdråber og sten-dråber, gas-dråber o. s. v. (Zirkel).

Tachylyt ligner obsidian og begsten, det er et glas af kiselfattigere sammensætning, som basaltens (se oversigten pag 57),

Perlesten er en mer eller mindre glasagtig masse, sammensat af små kugler. Farven perlegrå, lavendelblå, brunlig. Glandsen er som emalje. *F.* Island og Ungarn.

Slakker ledsage alle lavaer. Perlesten, obsidian og pimpsten ledsage især visse trachyter. Pimpstene udkastes løse og drive om som nævnt. Begsten forekommer ligesom porfyr i masser og i gange.

De *vulkanske brudstykke-bergarter* er især *tuffe* og *brekcier* af høist foranderlig sammensætning. Man deler dem bekvemt i 2 hovedgrupper efter det overveiende emne, om dette er 1) trachytisk eller 2) basaltisk. De trachytiske tuffe er gjerne lyst farvede, de basaltiske derimod mørke. En hyppig bestanddel i basaltiske tuffe er *palagonit*, som ikke er fundet krystalliseret, brud musligt, farve og glands som brun harpix, streg gul. *H.* 4, *V.* 2.5. Indeholder de almindeligst forekommende emner kiselsyre, lerjord, jernoxyd, kalk, magnesia, kali, natron foruden en betydelig mængde vand. Findes i stykker og små korn, sjelden i større masse som i Troldkonugil i Seljadalen på Island. Så mange basaltiske tuffe indeholder disse palagonitkorn, at man kunde ombytte navnet basaltiske tuffe med *palagonit-tuffe*. Disse tuffe med deres ledsagende brekcier forestille i de vulkanske egne sandstenene og konglomeraterne i ikke vulkanske egne. De består af brudstykker eller korn sammenbundne ved et oftest askeagtigt bindemiddel. De er enten omstrøede ligefrem, som asker og stenregn, eller de ophobedes under vand; indeholde ofte små krystaller, få derved lighed med porfyrer. *F.* sammen med de forskjellige vulkanske, smeltede masser eller lavaer.

Krystallinske skifere har man kaldt gneis, glimmerskifer, hornblendeskifer, kloritskifer, talkskifer, kvartsskifer.

Gneis. St. krystallinsk med lag-sammensætning, oftest mer eller mindre skifrig. Der er mange slags: *grågneis, Be.* kvarts, glimmer og feldspat; *glimmergneis* med overveiende glimmer, derhos kvarts og noget feldspat, *hornblende-gneis* med overveiende hornblende, derhos kvarts og noget feldspat, *øie-gneis* adskiller sig ved knuder eller „øine" af feldspat (ortoklas), hvilke ligge i den stribede og skifrige masse. *Dikroït-gneis* har man kaldt gneis med indvoxet dikroït, *grafit-gneis* med indstrøede grafitskjæl.

Gneis er laget, forekommer fleresteds som hovedbergart i store strækninger, Skandinavien. Dog vexler gneis så hyppig med glimmerskifer, kvartsskifer, hornblendeskifer, at det ikke kan siges at være gneisen alene, som sammensætter sådane „grundfjeld"-strækninger.

Exempler: grå gneis Ch. ved Tvedestrand. Ch. ved Arendal. Ch. fra Liabro til Ås. Ch. til Kongsberg. Ch. i Romsdal. Øiegneis: nord ved Kongsvinger fæstning. Drivdalen ved Drivstuen. Romsdal under hornet. Valders i Bangskleven.

Glimmerskifer. *St.* krystallinsk skjællet med lag-sammensætning, derhos skifrig. *Be.* glimmer og kvarts. Glimmeren sort, brun, sølvglindsende giver hovedfarven. Glimmeren optræder som blade eller skjæl, kvartsen som korn, i knoller, i fine lag eller striber. Som ved alle krystallinsk-skifrige bergarter må man adskille tværbruddet (hvor lagene sees) fra skive-bruddet (på hvilket ofte kun glimmer er at se). Hyppig iblandet er granat, talk og klorit, grafit o. s. v. Glimmerskifer er laget. Udbredelse stor.

Exempler: Næsodtangen ved Kristiania. Ch. i Nummedal. Store distrikter i Nordland, omkring Røros.

Hornblendeskifer. St. som glimmerskifer. *Be.* hornblende, der oftest i nåleformede krystaller ligge i samme plan som skifrigheden, samt kvartskorn, ofte også nogle glimmerblade. Hyppig tilstede er granat, magnetjern. Kommer feldspat til, da har man af hornblendeskifer en hornblende-gneis, og af glimmerskifer en glimmer-gneis.

Hornblendeskifer er laget. *F.* i enkelte lag vexlende med kvartsit, kvartsskifer, glimmerskifer o. s. v. — sjeldnere findes hornblendeskifer næsten selvstændig i hele fjeld. Er strukturen krystallinsk-kornig, da har man en hornblendesten (amfibolit) istedetfor en hornblendeskifer.

Exempler: Ved Arendal i grubetrakten. Ch. i Nummedal. Egnen om Kongsberg.

Kloritskifer. St. som glimmerskifer. *Be.* klorit som hovedmasse, derhos gjerne lidt kvarts i korn, glimmer og talk i skjæl. Hyppig tilstede er magnetjern, granat, bitterspat. Farven er uren løggrøn til sortegrøn.

Talkskifer. St. samme. *Be.* bladig eller skjællet talk, hvortil gjerne kommer kvarts. Farve lysgrøn, veg, sæbeagtig at føle på. Hyppig tilstede er: bitterspat, strålsten.

F. kloritskifer og talkskifer – begge lagede – vexle med andre lag i hele fjeldstrækninger, f. ex. i trondhjemske skifere, Støren. Hvad man kalder *vegsten* (klæbersten, grydesten) er dels ren kloritskifer, dels klorit med kalkspat og talkspat, dels ren skjællet talk. Vegsten er laget.

Exempler: Vegsten. Brud i Sell, Våge, i det Trondhjemske. Anvendt i koret af Trondhjems domkirke.

Kvartsskifer står meget nær glimmerskifer. *St.* som denne. *Be.* kvarts og glimmer, den første i overveiende mængde, den sidste især kun på lagfladerne. Kommer også feldspat til, da har man enten en glimmer-gneis eller en grå gneis. Sorte, grå, brune kvartsskifer uden glimmer, hård og med splintrigt brud er *kiselskifer.*

Kvartsskifer er laget og sammensætter dels alene, dels med kvartsit, glimmerskifer, hornblendeskifer store fjeld.

Exempler: Ch, i Drivdalen, n. for Drivstuen. Vei gjennem Sell. Vei fra Laurgård til Våge. Rundan. Elvedals-sølen. Gausta tinde. Store dele af Telemarken

Kvartsit står i struktur imellem kvartsskifer og sandsten. *Be.* kvarts. Farven grå, hvid, rødlig, gulagtig. På dagfladen mærkes undertiden små sandkorn, der komme tilsyne ved forvitringen. En smuk gråligblå kvartsit er den norske *blåkvarts.* *F.* som kvartsit kvartsskifer.

Exempler: Grå kvartsit Ch. fra Lillehammer. Kornig og glasagtig Norefjeld i Nummedal. Blåkvarts Ch. over Tunsåsen. Fjeldvæggene i n. Ourdal. Vei ved Breistølen (Hemsedalsveien).

Sandsten. Egen struktur og med lag-sammensætning. Alle sandstene har et bindemiddel og deri liggende korn. Bindemiddelet er især enten kalkagtigt, leragtigt, kiselagtigt eller jernholdigt. Deri sees små skarpkantede eller tilrundede korn af kvarts, og ved siden af dem også et og andet glimmerskjæl eller lidet brudstykke af feldspat o. m. Sandstenens farve hænger af bindemiddelets natur. Et rent ler-bindemiddel giver gule, grå, hvide farver; rent kalk-bindemiddel grå, hvide; stærkt jernholdigt bindemiddel okkergule, røde. Kulholdigt bindemiddel giver grå og sorte farver. Fastheden er yderst forskjellig. De kiselholdige er de hårdeste og mindst skikkede til hugning. Sandsten er tydelig laget. Til delingen i lag kommer endnu ofte en afsondring ved lodrette kløfter. Herved fremkommer bekvemme kvadre.

Man skjelner gjerne sandstene efter bindemiddelets natur som ler-sandsten, jern-sandsten, kalk-sandsten, mergel-sandsten, grøn-sandsten, (tildels glaukonit-sandsten), kisel-sandsten. Sandstene findes i alle formationer.

Glaukonit kaldes de grønne korn af knappenålshoveds størrelse i visse grønsandstene samt i kridt, de indeholde vandholdig kiselsur jernoxydul, kali og noget lerjord.

Exempler: grå-sandsten: Holmestrand. Gjeløen. Anvendt til vindueskarmer i universitetet. Rød og gul: Narud ved Mjøsen. Faxefjeld og Fulufjeld. Grøn sandsten: Sulen, Lidhesten, Kvamshesten, Håstenen.

Sandsten med grove kvartskorn går over i *konglomerat.* Et eget brudstykke-bergslag kaldtes i Norge fortrinsvis *gråvakke,* af grå farve, med dels skarpkantede brudstykker, dels tilrundede af feldspat, kvarts, lerskifer, alt i hårdt og fast bindemiddel.

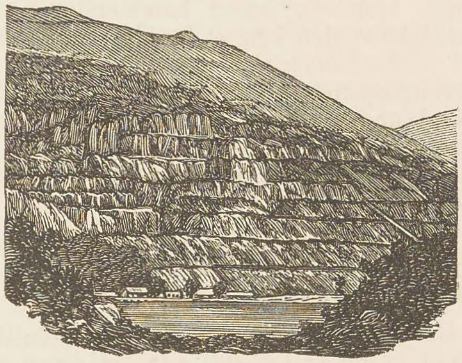
En dermed meget lig sten kaldte Esmark senior *sparagmit,* som kan ansees for en lys, rødlig til gulhvid brekcie med iblandet talk samt med mørke, violette brudstykker. Vi kan kalde den første grå sparagmit, den anden rød sparagmit.

Exempler: grå sparagmit: vei ved Åmot, Glommen. Rød sparagmit: vei i Tyldalen. Jutulhugget. Bellingen. Engersøerne.

Lersten og *Lerskifer*. *St.* Egen struktur, derhos oftest skifrig. Lerskifer er for øiet ensartet blanding, der giver lerlugt ved at åndes på og eier en udmærket skifrig struktur. Man har forsikret, at lerskifer er kloritstøv, glimmerskjæl, kvartskorn, feldspat og magnetjern.

Ændringer: *a*) egentlige lerstene og *lerskifer*. Farven grå (ved iblandet kul) eller gul, grøn, rød o. s. v. *Hvæsseskifer* med fint og usynligt gjennem hele massen iblandet kvarts. De bedste fra Thüringen er gulagtig-grønne med *H.* 3.5. *Griffelskifer* er kalkholdig lerskifer, der besidder afsondring i tynde stængler. *Mergelskifer* er kalkholdig lerskifer, *tavleskifer* er mørk lerskifer med lys streg, planskifrig. *Tagskifer* har forskjellige farver, grønlig, grå, violet, sort, må have en udmærket plan skifrighed, indsuge lidet vand, ikke sprække for ild, ikke ruste og må kunne tåle et spigerhul. *V.* 2.7—2.9. Skifrigheden hos lersten og lerskifer falder ingenlunde altid sammen med lagene. Skifrighedens retning afhænger af et uhyre tryk, som masserne engang var udsat for under bevægelserne i jordskorpen. Det sees ofte hos tagskiferstykket at lag-sammensætningen overskjæres af skivningen.

142.



Tagskiferbrud, anlagt trappeformigt. Llanberis, Wales.

Exempler: almindelig: Hedemarken. Toten. Hadeland. Kristianiadalen. Griffelskifer og ufuldkommen mergelskifer: Kristianiadalen. Ægte tagskifer: brud i østre Slidre, i Land. Holmen i Øier.

b) *lerglimmerskifer*, fyllade, „halvkrystallinsk skifer", „glindsende skifer" er mat glindsende, grå, grønlig, undertiden med enkeltvis synlige krystaller, f. ex. hornblende, granat, svovlkis, magnetjern, eller med glimmerskjæl, kloritskjæl.

Exempler: Ch. i Rennebu ved Birkaker. Vei gjennem Froen. Store strækninger af centrale Norge. Fortun. Vossevangen.

c) *kulholdig lerskifer* er mørk af farve ved stærkt iblandet kulstof. Ved glødning bliver den lysere. Herhen hører, foruden den egentlig såkaldte *kulskifer*, som tilhører stenkulformationen, flere andre sorte lerskifere, såsom *alunskifer*, med sort streg, almindelig mat af glands, ofte indsprengt med svovlkis. Alunskifer melder sig ofte ved udvitret alunsalt i skorper eller med gule, røde, brune farver på yderfladen, i bratte vægge. Videre *grafitskifer* med grafitskjæl, *tegneskifer*, som skriver med sort streg på papir.

Exempler: Alunskifer ved Oslo. Fleresteds i Hedemarken. Hadeland, på Eker.

d) *skiferler* er et skivet ler, mat, hænger ved tungen, er forskjellig farvet, lys eller mørk. *F.* med stenkullene (se ildfast ler) og forresten i forskjellige formationer.

Polerskifer og *klæbskifer*, hvilke sågodtsom udelukkende består af kiselsyre, nemlig af kiselpandsere efter mikroskopiske dyr, har udseende som skiferler.

Kalkstene. St. forskjellig, med lag-sammensætning, består i reneste tilstand af kulsur kalkjord; men som oftest er de forurenede ved kisel, som gjør kalkstenen hård; ved jernoxyd, som gjør farven okkergul, brunlig; ved sand og ler, som blive uopløste tilbage, dette som slam og hint som korn efter kalkens opløsning af syre; ved kul og bitumen, som meddeler stenen mørk farve og ofte tillige stinkende lugt, kjendelig under hammerslaget. I kalk skjærer man med lethed med kniv, den bruser for den mindste dråbe syre. *V.* 2.6—2.7.

Ændringer: a) kornig kalksten. Den er ofte sukkerkornig som hvidt topsukker, forresten med alle farver, består af kalkspat; men også andre mineraler findes ofte indvoxede såsom hornblende (strålsten) glimmer, talk, grafit, augit o. s. v. De allerfleste kornige kalkstene er tydelig lagede ligesom almindelig kalksten, optræder i alle formationer. *V.* 2.5—2.8.

Exempler: grå marmor, Barnekjern ved Vettakollen. Kummers-ø. Gjællebæk. Hvid, Hop ved Bergen. I den kornige kalksten ved Tromsø fandt jeg: brun ædel turmalin, flogopit, svovlkis, magnetkis, grafit.

Herhen hører *marmor.* I teknisk henseende kaldes enhver kalksten, om kornig eller tæt, marmor, når den *kan gives politur.* Man kan adskille: 1) *enkelt marmor*, er hvidt, sort, rødt, gult eller flammet, flekket, f. ex. sort grund med gule årer (portor) o. s. v. 2) *brekcie-marmor.* Man adskiller gjerne brekcie fra brokatello, den første med større, den sidste med mindre stykker, omspredte i en grundmasse. 3) *sammensat marmor* ɔ: foruden kalkspat er klorit, talk, serpentin eller glimmer tilstede. *Verde antico* er en sådan sammensat marmor, grøn med serpentin, derimod *cipolin* med talk og klorit, hvid og grønstribet. 4) *musling-marmor* eller *lumachell* er fuld af fossiler, egentlig efter navnet skal det være muslinger eller skjæl. *Pietra stellaria* — stjerne-sten, viser koraller.

Al marmor ansåes engang, ligesom overhovedet alle krystallinske bergslag, som hørende til sande urfjelde ɔ: ældre end selve formationsrækken med fossiler. Dette forholder sig ikke således. Man kjender nu marmor af høist forskjellig alder.

b) oolit eller *rognsten*, kornet som fiskerogn. Størrelsen af kuglerne er indtil en ert. Ofte ligger et sandkorn midt inde i kuglen. *F.* næsten i alle formationer, som indeholde kalkstene, men navnlig i Jura.

Exempler: enkelte kalklag i Asker.

c) tæt kalksten, er tæt, bruddet er finsplintrigt, jævnt eller stormusligt. Farven grå, hvid, ved jern gulbrun, rød, gråblå o. s. v. Ofte flammet, flekket. Optræder i alle formationer undtagen i grundfjeldet. En egen art er *litografsten;* den bedste er blå, den billigere gul, tykpladet, en jurakalksten.

Exempler: kalksten, Ch. på Ringeriget nær Sundvolden, ved Næs.

d) jordagtig kalksten, er veg, mild, ofte skrivende, bruddet er jordagtigt, mat. Herhen hører *kridt*, som dels er hvidt (skrivekridt), dels

grovt, gråt (grovkridt), ofte med grønne korn (glaukonit). Som hyppig iblanding i kridtlagene kan mærkes flint dels i knoller, dels i hele plader. Knollerne er ofte svampe. Selve kridtet indeholder en mængde kalkskiver og skaller af mikroskopiske dyr. Når kridtklipper ødelægges, blive de hårde flintknoller forholdsvis uforandrede liggende nærmere det oprindelige sted.

Exempler: kridt i Danmark (Møens klint, Stevens klint), på Rügen.

e) blæret, porøs indtil tæt kalksten. Heraf findes mange slags såsom: *kalktuf*, sædvanlig jordagtig og porøs; *kalksinter*, danner skorper og *drypsten* tapformede dannelser; *travertin* kaldes en gulhvid kalksten ved Tivoli og Ascoli i Mellem-Italien, er dels blæret, dels fintrådig eller tæt, danner klipper af 300 fods høide. Disse kalkstene er kilders og dryppende vandes afsætninger. *F.* Drypsten i huler, kalktuf af kalkholdige vande, kalksinter, travertin af varme kilder. Travertinen er anvendt meget i Romas bygninger.

Dolomit ligner kalksten, kan lig denne optræde snart tæt som *magnesia-kalksten*, snart kornig som dolomit-marmor. Farven hvid, gulagtig, kjødrød. Forskjellen ligger i den kemiske sammensætning (se pag. 38). Undertiden indeholder denne bergart små hulerum klædte med dolomit-romboëdre; den er da let at kjende, desuden skummer den vanskelig for kold syre. *V.* 2.8—2.9. *F.* udbredt i formationerne, blyregionen i Nordamerika, uhyre fjeldkolosser i Tyrol.

Exempler: Jutulporten ved Våge kirke. Gudbrandsdal, mellem Kvam og Kringlen, Østerdalen ved Kopang, Storjø i Rendalen, i lag mellem kvartsskifer. Alten.

Mergel som fast bergart er en med kulsure salte, navnlig med kalk, blandet lersten eller lerskifer, altid med smudsige farver. Ægte mergel har den væsentlige egenskab at opblades og smulre ved at ligge nogen tid udsat for luften. Man kan adskille kalkmergel med overveiende kalk, lermergel med ler, sandmergel med kvartskorn. *F.* i lag som kalksten og dolomit, i formationerne.

Exempler: i Norges siluriske egne er enkelte kalkblandede lag at nævne som mergelskifer.

Gips som bergart forekommer ikke i Norge. Den kjendes ved mineralets egenskaber. Se pag. 38. *V.* 2.3—2.4.

Kullene. Alle kul kan man betragte som dannede ved en langsom og ufuldkommen forbrænding af plante-emner. *Be.* (de organiske) i planterne er kulstof (*C*), vandstof (*H*), surstof (*O*) og lidt kvælstof (*N*). Derhos de mineralske eller asken.

Forbrændes træ fuldstændigt og ved uhindret luftdrag, altså med tilgang af luftens *O*, da er forbrændingsprodukterne først vand, kulsyre og halvforbrændt træ eller kul, tilsidst kulsyre og de uforbrændelige mineralske bestanddele, der danne asken. Forbrændes derimod træ ufuldstændigt ved hindret luftdrag, da er produkterne først lysgas, kulsyre, kuloxyd, trætjære, træ-eddike, kreosot, delvis forbrændt træ, tilsidst kuloxydgas og meget kul som rest.

Dannelsen af torv, bituminøst træ, brunkul, stenkul, antracit foregå ved en sådan ufuldkommen forbrænding, hvorved alle eller en del af de flygtige bestanddele afdestilleres. Hvor planterester begroves

under et dække af jord og sten, hindredes luftens frie adgang. Forkullingen kunde da ikke foregå ligetil som ved livlig forbrænding, men emnerne måtte forbruge sit eget *O*. Størstedelen af *O gik væk* med noget *H* som vanddamp, en anden del måske sammen med *C* som kul-surstof-forbindelser. Men *resten* er det vi har tilbage i kullet. Jo mere *H* der blev tilbage, desto lysere brændende og mere flamme- og gasgivende er kullene, og jo mere *C* der blev tilbage, desto mere varmegivende er de.

Forholdsvis sammensætning i 100 dele, efter fradrag af aske og de forsvindende mængder kvælstof og svovl:

	antracit	bagende stenkul	sintrende stenkul	kannelkul	boghead	begkul	lignit	torv	træ
kulstof . . .	94.2	87	83	86-75	83	75	65-60	59	50
vandstof . .	3	5	5	6-5	11	5	5-5	5.8	6
surstof . . .	2.8	8	12	8-20	6	20	30-35	35.2	44

Analyser af Andøens Jura-stenkul og brandskifer, alle beregnede på askefri substants. Askemængden særskilt. De med * betegnede er udtrykt i middeltal af flere analyser. *Th. Kj.*

	kul-stof	vand-stof.	kvæl-stof.	sur-stof.	aske.	egen-vægt.
Dampskibskul, Andø fra overfladeu	67.0	5.7	1.2	26.1	18.98	1.45
Dampskibskul, Andø fra 20″ laget i borhullet 1869	75.9	7.7	(1.3)	15.1	25.45	
*Brandskifer, Andø fra overfladen.	62.5	8.9	0.0	28.6	56.50	1.83
*Kvedfjordkul, fundet løst på Hemmestad og nogle andre steder i Finmarken — måske opskyllet af havet	63.4	9.35	0.85	26.4	1.25	1.01

Antracit har stærk glands, gråligsort og sort, musligt brud, *H.* over 2, *V.* 1.2—1.8. Smudser ikke mellem fingrene, brænder næsten uden røg og flamme, er vanskelig at tænde, og tændes ikke i enkelte stykker. Mineralske dele (aske) hyppigst omkring 3 eller 4 pct.

Almindelig stenkul. Herhen hører almindelige gaskul, dampskibskul og husholdningskul. Stenkul har oftest stærk glands, er sort, smudser, er sprød, har små-musligt brud. *H.* 2, *V.* 1.2—1.3. Brænder med stærk røg og flamme, da den indeholder olie- og gas-dannende emner. Når disse emner er afdrevne ved forbrændingen, bliver koke tilbage, som har forskjelligt udseende hos de forskjellige kul, alt eftersom disse udvide sig og bage sammen, sintre sammen uden udvidelse, eller smulre til stykker. Deraf benævnelserne bagekul, sinterkul, sandkul. Andre navne er indført efter kullets udseende: glandskul har stærk glasglands, begkul har begglands, sodkul er matte med jordagtigt brud. Skiver af disse sidste forskjellige slags forekomme sammen i kulstykket.

Stenkul har forskjelligt værd, alt efter brugen. Man bør derfor kjende hvormange procent koke de give, hvormeget af de flygtige be-

standdele, hvormeget aske, videre svovlmængden (0.5—1.5 pct.). Når igjen koken afdrives, bliver asken tilbage, som består af kiselsyre, lerjord, jernoxyd, kalk, magnesia, alkali. Askemængden er i mange almindelige stenkul ikke større end hvad der kunde have tilhørt planterne, hvoraf stenkullet er den forkullede rest. Askemængden udgjør hyppigst 2—5 procent.

Jet kaldes et stenkul, sort, stærkglindsende, med musligt brud, mindre sprødt end sædvanligt stenkul og derfor brugt til små udskårne slebne sager.

Kannelkul, sort - gråligsort, med glindsende streg og fladmusligt brud, smudser ikke, mat, ikke så sprødt som almindelig stenkul. *V.* 1.2. Brænder som et lys. Askemængden forskjellig fra 0.5 til 3, 9 og 13 procent.

Forholdsvis mængde i 100 dele:

	i alm. gaskul	alm. kannel	boghead
af koke .	70	63	32
af flygtige bestanddele	30	37	68

Boghead er et slags brun kannelkul, mat brun, med gul streg, bruddet er skivet og fladmusligt. Brænder stærkest lysende af alle kul, som et lys.

Såvel kannel som boghead efterlader langt betydeligere procent aske end hvad der kunde have tilhørt planterne, (boghead indtil 20 procent). Asken efter boghead er hvid, kiselsur lerjord. Muligt, at sådan kul er en forvitret granitjord, med indtrængte fede olie-emner.

Brandskifer fra Andø og Kvedfjordkul, fundet løse adskillige steder i Norge, har streg som boghead, det sidste har meget liden askemængde.

Kvedfjordkul har fladmusligt brud, brunligsort farve, gulbrun streg, harpix glands, gjennemskinnende i tynde splinter, kan skaves med kniv ligesom træ, antændes let, brænder med lang lysende flamme og med lugt som af osende lampevæge.

Brunkul. Antracit og stenkul forholde sig anderledes ved opvarmning med kalilud end brunkul og torv. Af de første udtrækker kaliluden fast intet, med de sidste bliver kaliluden stærk brunfarvet. Herved kan de altså skilles.

Brunkul kan deles i begkul, jordagtig brunkul og lignit.

Begkul er sort, fedtglindsende eller mat, med musligt brud. Pulveret er brunt. *V.* 1.2. *Jordagtig brunkul* er brun, med glindsende streg, jordagtigt brud. *V.* 1.3. *Lignit* eller bituminøst træ (Islands surturbrand) er brun, gulbrun eller næsten sort, viser tydeligt trætextur. *V.* 1.15. *Bladkul*, papirkul, har man kaldt en infusoriejord, indtrængt med oliedannende emner, den er tyndskifrig bøielig, af læderagtigt udseende.

Brunkul-lagene (fløtserne) består af jordagtig brunkul med stykker og stammer af lignit og på bunden ofte bladkul. Askemængden er yderst forskjellig 2—5—10 procent.

Torv er oftest ganske ufuldkomment forkullet, og sammenhobet af synlige plantedele. Dog kan den i dybet være fastere og mere kulliggnende. Begtorv ligner endog begkul, plantedelene kan neppe sees, glindsende streg. Almindelig løst sammensat torv kan nævnes efter de væxter, som har givet hovedmassen dertil. Torv kan indsuge vand indtil 2 gange sin egen vægt. Papirtorv tynd som papir. Slamtorv er flydende, men efter tørring fast.

Analyser af torv, beregnet på askefri og (ved + 100° C tørret) vandfri masse. Askemængden særskilt:

	C	H	O og N	aske.
såkaldet stentorv, Lister	59.9	5.8	34.3	2.8
æltet torv, Jederen, Næsheim	58.2	4.2	37.6	8.2
formtorv, Heimdalsmyren	56.4	6.0	37.6	3.9
presset torv, Heimdalsmyren	54.7 54.5	6.2 6.4	39.1 39.1	6.9 1.2
maskintorv, Heimdal	54.0	6.1	39.9	3.1
maskintorv, Stavanger	53.8	5.8	40.4	11.2
spadetorv, Sjetnemyren	53.6	5.9	40.5	3.5
såkaldet stentorv, Heskestad	53.5	6.0	40.5	1.9

Alle slags kul forekomme lagvis i formationerne, antracit og stenkul i stenkul-periodens lag, men også i lias, jura o. fl. st., brunkul i tertiære lag, torven som nutidens dannelse.

Massen for stenkullene gav, så synes det, en hel planteverden af hurtig væxt med stor bladfylde. Den voxede og sank, knækkedes og begroves i sumpstrækninger på de steder, hvor kullene nu findes. Som bevis beråber man sig på de mange skjønne plantelevninger fra stenkullag samt på de opretstående stammer, som man en og anden gang har fundet med rødder siddende i lerlaget under kullet. Massen for brunkullene sees at være stammer og kvist af forverdenens koniferer og andre dikotyledone træslags, som ophobedes i bugt og sump og overskylledes med slam. Også i brunkullagene har man noglesteds fundet opretstående stammer med rødder. De samme grunde anføres altså for disse kullags oprindelse. Materialet for torven er især sumpplanter, græsarter, lyng og mosser, som trives på sumpige steder, hvor vand ikke finder tilstrækkeligt afløb, og opdynges, tildels derved, at de nedre dele dø bort, medens de øvre voxe. Når torv opvædes, kan man løsne og samle plantetrævlerne for sig og indtørke den brune flydende masse til et kullignende emne. Dette giver vink om de forskjellige kulslags i kulleierne. Torv efterlader ofte mere aske end der kan have tilhørt planterne selv — ligesom også ofte brunkul. Ved at ligge i vand kan torven ligesom brunkul have samlet mineralske dele i sin masse.

Sådane i jord og stenlag nedlagte plantestoffers destillation foregår endnu — tilligemed andre kvælstoffrie, organiske emners — og skaffer os stenolierne. (Se pag. 53).

De *løse bergarter* eller *jordslagene* er 4 hovedslags: sand, ler, kalkholdige, kulholdige.

Sand består af løst sammenhobede, kantede og afrundede korn af kvarts, feldspat og andre mineraler. Udtrykket sand bruges egentlig ganske i almindelighed om masser af løs og kornig sammensætning. Nøiere betegnet bliver udtrykket først ved det ord, som sættes foran, således: kvartssand, kalk-sand, skjæl-sand, vulkansk sand. Jern-sand er sammengytrede korn med jern-okker. Titanjern-, magnetjernsand har overveiende småkorn af disse mineraler.

Grus eller *aur* er grovt sand blandet med fint sand eller ler, samt derhos pakket med sten o. s. v.

Ler kan deles i fedt og magert.

Fedt ler, uden sandkorn, danner en deig med vand, viser under neglen en glat glindsende streg, brister ved tørring til kantede stykker: *a*) *kaolin*, *porcelænjord* er hvid, mager at føle på. *b*) *valkjord* er smudsig, grøn, brun, fed at føle på, danner med vand en deigagtig masse, som dog ikke kan formes, indsuger fedt og olier, og af vand en mængde, som udgjør meget over dens egen vægt.

Kaolin synes at kunne opstå af granit og porfyr, nemlig af deres feldspat dels ved simpel forvitring, navnlig ved at angribes af dryppende kulsyreholdige vande, dels ved indvirkning af vanddampe. Af ortoklas udludes derved kiselsurt kali og den vandholdige (15) kiselsure (40) lerjord (44) bliver tilbage som kaolin. Det kinesiske porcellæn (kaolin forvansket af kauling ɔ: høi ryg, et stednavn) siges forresten at tilberedes af en hård ($H = 6$) forandret laget bergart, hvis pulver kan formes i (4 kantede) stykker.

Valkjord, Fullers jord, forekommer som et skivet ler i jura-formationen i England. Den smulrer hurtigt og lydløst i vand. Anden valkjord siges at opstå af gabbro på samme vei som kaolin af granit. Den er høist vaklende i sammensætning, især vand 12—24, kiselsyre 63—53, lerjord 23—10.

Til „fede" lerslags, som ikke altid er plastiske (ɔ: uden videre kunne formes med vand) kan også regnes:

Bol (de gamles bolus, og når den var renset, forarbeidet og forsynet med stempel *terra sigillata*) kaldes visse fine lerslags, som er stærkt jernholdige — og som troedes at have visse lægende egenskaber. De findes især i nyrer og sprækker siddende i basalter, mandelstene o. s. v. Farven brun, gul, rød, hvid, grå.

Kinesisk jordmel, et slags porcellænjord, som har ord for at være spiselig og nærende (!). Man har deri fundet foruden porcellænjordens sædvanlige bestanddele 9 magnesia og $\frac{2}{1000}$ kvælstof. — Også på Java, i Bengalen, i Vestafrika, Bolivia siges visse jernholdige boluser at ædes med tro på at være middel mod feber.

c) *almindeligt ler* hænger stærkt ved tungen (*a* og *b* svagt), indsuger vand, forskjellig farvet. Ændringer: *pibe-ler*, lyst, fuldkommen plastisk, pottemager-ler, lyst og mørkt med 46—66 kiselsyre, 18—38 lerjord; brændes rødt såfremt jernoxyd (1—8 pct.) er iblandet. At en substants „hænger ved tungen" kommer af dens egenskab at indsuge vand.

Ildfast ler må ikke indeholde af jernoxyder, kalk og alkalier mere tilsammen end omkring 4—7 pct. Ildfast ler er mørkt gråt, kjendes under brændingen derved at det bliver gulagtigt hvidt, (ikke rødt som jernholdigt ler). Det berømte ildfaste ler fra England (Newkastle) kan indeholde indtil 2 pct. kali, eller (Stourbridge) kun $\frac{1}{2}$ pct. kali. Det væsentlige indhold hos bedste ildfaste ler er 58 kiselsyre, 30 lerjord derhos af glødemner omkring 10. Det brændte ildfaste ler (teglsten, bricks) altså 64 kiselsyre, 33 lerjord.

F. med stenkullag i forskjellige formationer, såvel stenkultidens som lias. England, Skåne.

Magert ler, blandet med sand, som kan udskilles ved slemning, også gjerne med mere jernoxydhydrat end fedt ler. Sandet kan føles mellem fingrene eller ialfald mellem tænderne. Magert ler brister ikke ved tørring, men smulrer eller skiver sig op. *a*) sandigt ler, sand-ler, med 40—45 pct. sand. *b*) *lehm* indeholder, antages der, foruden tydeligt kjendelige sandkorn, også en egen kemisk blanding af kisel med ler: 30—50 pct. ler, 16—24 særdeles fint sand, 7 til 10 pct. jernrust og derhos 15—30 pct. tydeligt kjendeligt sand.

Infusorie-jord, tripel får nævnes her, ligesom vi erindrede polerskifer, idet vi omtalte skifer-ler. Om såkaldet *infusorie-jord* se anden del.

Tripel er gul, mager, med 90 pCt. kiselsyre.

Kalkholdige jordslag:

Af disse er mergel den vigtigste. Den ægte mergel er en blanding af ler eller lehm med mindst 12—14 pct. kulsur kalk (eller talk), derhos er blandingen gjerne forurenet med grovere sand og med jernrust. Farven er forskjellig. Med betydeligere indhold af jern bliver mergelen gul, grøn, rødlig. Med megen kalk uden jern derimod hvid, grå. Ofte vexle disse farver i særdeles tynde lag eller skiver. Kjendemærker: hele massen bruser jævnt og vedholdende for syre; smulrer ved at ligge udsat for luften til småklumpet jord; indsuger let vand (ligesom ler), men giver (ulig leret) igjen let slip på vandet.

Kulholdige jordslag:

Herhen kunde regnes humus-skorpen, flere sorter marsk o. s. v. Humus-skorpen har 20—30 pct. humus, resten er mineralske dele, efter hvilke man kan adskille sandig, lerholdig, kalkholdig humusskorpe. Humus kaldes den sorte eller mørkbrune pulvermasse, som bliver tilbage ved plante- og dyr-emners forrådnelse.

Marsken i Slesvig dannes ved vestkysten på steder, hvor øer, sandbanker og revler bryde bølgeslaget. Høivandet bringer lerfyldt vand, sandsynligvis ved at arbeide i brunkulformationen, som danner bunden, og i den korte tid, det bliver stående, afsættes et tyndt lerlag, som igjen bortskylles. Marsken voxer altså ganske langsomt. Hvor høivandet endnu overskyller dens lave strækninger, kaldes de watten. Den sidste høining af dette jordsmon sker sandsynligvis ved planternes rødder, der flette sig ind og skaffe muld, idet de dør ud. Når marsken er moden, inddiges den. Små marsk-øer, som ikke kan inddiges uden for store omkostninger, kaldes halliger. Den ældre jordbund i modsætning til marsken, som er overordentlig frugtbar, kaldes geest. (Forchhammer).

Bergarternes anvendelse.

Bergarterne give byggesten. Granit og syenit giver, vel tilhugget, gode byggesten til pragtbygninger, grundmur, trapper o. s. v., kan også slibes til søiler, plader og mindre gjenstande. Grønsten til grundmur, til hugne brosten, puksten. Gabbro kan anvendes til lignende pragtbrug. Porfyr giver seig byggesten, er ellers mest kjendt sleben i store og små sager, således fra det berømte sliberi i Elfdalen. Serpentin er blød sten, hvoraf dåser, skiver, stager o. s. v. kan dreies. Visse arter trachyt og augitisk lava som møllesten.

Gneis, glimmerskifer, hornblendeskifer, kvartsskifer kan nyttes som hellestene til fliser, byggesten o. s. v. Glimmerskifer med små granater er den trondhjemske udmærkede kværnsten. Vegsten og de nærstående klorit- og talkskifer kan som bløde stene med lethed skjæres og hugges til fliser, ornamentur, eller til små gjenstande som ovne, gryder, potter o. s. v. Sandsten er et fortrinligt byggematerial af forskjellige egenskaber, nogle er ildfaste. Glimmerrige sandstensskifer kan bruges til flisesten. Videre visse sorter til slibesten, brynesten o. s. v. Kalksten bruges til brænding af kalk, den fede kalksten til almindelig kalk, den magre kalk i visse ændringer til hydraulisk mørtel (cement). Videre til byggesten. Marmor anvendes i bygningskunsten

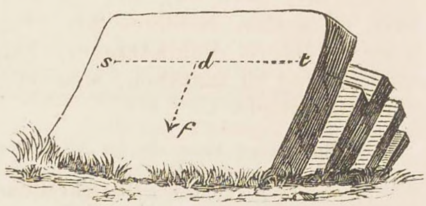
og til mindre gjenstande, bordplader, gulvfliser samt af billedhuggeren. Litografsten i litografi. Visse arter til brynesten o. s. v. Kridt til maling, puds- og poler-pulver, skrivematerial, fremstilling af kulsyre o. s. v. Lerskifere: hvæsseskifer som brynesten, tagskifer til tagdæk ning o. s. v. Tavleskifer og griffelskifer til skrivematerialier, alunskifer noglesteds til alunvinding. De løse bergarter kan anvendes i blanding på forskjellige jordsmon, navnlig mergel, skjælsand o. s. v. Kaolin til porcellænfabrikation. Pottemagerler til pottevarer, pibeler til kridthvide ler-piber, såkaldte kridtpiber o. s. v., valkjord til valkning, almindelig fedt ler til mursten, teglsten, drænrør o. s. v. infusoriejord til dynamitfabrikationen, polerskifer og tripel som pudsepulver.

Kullene. Antracit til brændsel af egenskab som koks. Stenkul til brændsel, gas-udvikling o. s. v. Stenkul-aske til gjødning. Jet dyrere, kannelkul billigere slibes til smykker. Brunkul til brændsel, gas-udvikling, fremstilling af brændbar olie o. s. v. En jordagtig brunkul (umbra) eller kølnerjord til farve.

Bestemmelsen af et lags udstrækning.

Et lag — et stratum eller et skikt — er bestemt ved strøg og fald. Ved strøglinien *st* forståes gjennemsnitslinien med den vandrette flade, ved faldlinien derimod linien *df*, eller perpendikulæren på hin linie, men pegende nedad. Faldet er da den vinkel, som måles mellem *fd* og den vandrette flade.

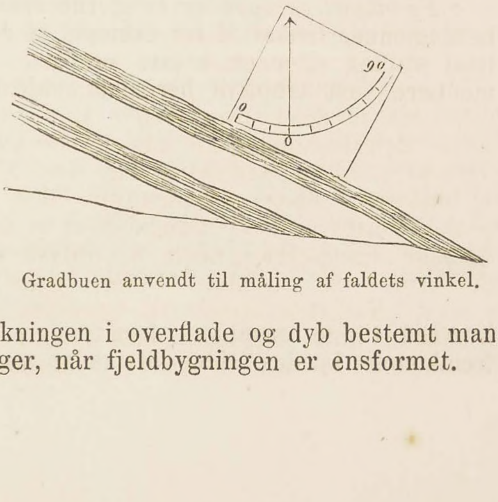
143.



Strøgets og faldets linier.

Strøg og fald kan måles ved kompas og gradbue. Kompassets brug er simpel, når man kjender stedets misvisning. Kompasset er stillet, når nålens nordende spiller såmange grader tilhøire eller tilvenstre for nordpunktet, som stedets misvisning fordrer. Kompasset sættes eller holdes da således, at den linie, hvis strøg skal bestemmes, kommer til at skjære gjennem midtpunktet. Gradbuens brug er endnu simplere. Lettest kan gradbuen anbringes i selve kompasset, som er delt i 360° og har 4-kantet ramme. Lagets retning (fig. 144) i profil være faldets retning. Gradbuen sættes lodret på strøgets linie eller over *fd* i figur 143, og den bevægelige viser vil mærke faldvinkelen, i dette tilfælde 30°. Ved et strøg og et fald er udstrækningen i overflade og dyb bestemt mangen gang over store strækninger, når fjeldbygningen er ensformet.

144.



Gradbuen anvendt til måling af faldets vinkel.

På karter kan man betegne strøg og fald med tegnet ⊥, hvor den ene linie angiver fald, den anden strøg for exempel ⊥ fald mod nord, ⊢ fald mod øst. I gode detaljkarter aner man ofte allerede forud de herskende strøg, dels hos lagene, dels hos eruptivernes grændser, herskende ganglinier o. s. v., idet disse betinge rygges løb, kysters og indskjæringers hovedretning, opstående fjeldmure.

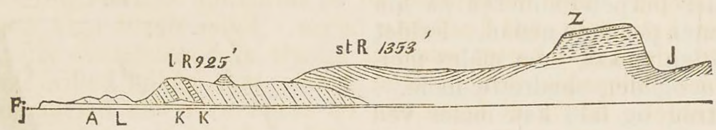
Forskjellige lagstillinger er før omtalt: vandret eller svævende, skråt liggende, den foldede eller knækkede og den lodrette. Når lagstillingen henføres til en midtlinie, kaldes *synklinal*, sammenfaldende den, der kan fremstilles ved et V, *antiklinal*, udadfaldende den, som fremstilles ved et A.

I *skål* bøining optræder lagstillingen som i et U, *saddel* bøining, når man vender dette bogstav, i sammenhængende *foldning* som et S, når bogstavet lægges.

Regelret overleining og underleining har man i som trappetrin over hverandre lagte lagsystemer, *afvigende* leining derimod, hvis disses lagstillinger er forskjellige. Her nogle af de mest iøinefaldende slags fremstillet ved de foran tydede simple tegn.

Afvigende leining mellem 2 lagsystemer, hvoraf den ældste er foldet eller skråt stillet, den yngste vandret. = = = =
U ∩ ∽ ∽

Exempler: Konglomerat over rød skifer samt silur ved Næs, Holsfjord. Gaisasystemet over Raipas-systemet i Finmarken [efter Tellef Dahll].



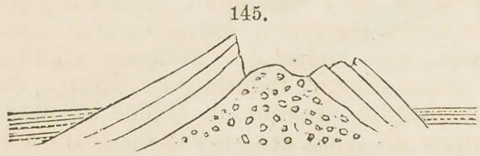
Snit langs Alten elv fra Alten fjord Fj til fjeldstuen Jodkajavre J. l R lille Raipas, st R store Raispas fjeld, Gaisa-systemet med grafitlag, lavere. Z Zevniduoddar, Gaisa-systemet, høiere. A alunskifer, L lerlag, K magnesia-kalksten.

Afvigende leining mellem 2 lagsystemer hvoraf det ældste står lodret, det yngste ligger vandret. = = = =
‖ ‖ ‖ ‖ ‖ ‖ ‖ ‖

Exempel: blåkvarts og skifer over grundfjeldet i Valders.

Fjeldkjæders bygning er gjerne sammensat. Sjelden er bygningen helt igjennem ensartet for exempel af et eneste lagsystem med antiklinal stilling eller en eneste eruptiv. Hyppigere deltage såvel sedimentære som eruptive bergslag i kjæden, og dens bygning lader et tydeligt aldersforhold fremskinne. Den simpleste og tydeligste grundform for en sådan ægte geologisk fjeldkjæde er denne, fremstillet i gjennemsnit fig. 145. Lagsystemet er bragt i antiklinalstilling under omvæltninger, hvorved tillige eruptiven fremtrængte. Derefter er på den således fremkomne kjædes sider et andet yngre lagsystem lagt afvigende.

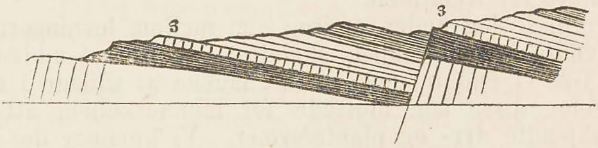
145.



Exempel: Vigel-fjeldene på rigsgrændsen. Her svarer de udadfaldende kvartsskiferlag til første, graniten midt efter, Fæmundsdalens sandlag til andet lagsystem.

Spring, ryk langs efter forskyvnings-linier (dislokations-linier) er afbrydelser i en regelret lagbygning, idet hele stykker af fjeldgrunden har sænket eller hævet sig langs med dybtgående sprækker (ofte lidet synlige, som en „slet"). De er i regelen meget uvelkomne for bergmanden, som arbeider i dybet, forfølgende et leiested, ligesom de, indtil de opdages, ganske mislede om trinfølgen.

146.



Dislokation med spring.

Exempel: Dislokations-linien ved Skrimfjeldenes fod, syd ved Kongsberg (efter O. A. Corneliussen). Her sees 5 afdelinger, fodstykket er Kongsbergs gneis, dernæst alunskifer etagen, ortocerkalken (3), etagen 4, kalksandstenens etage 5.

Geologiske karter angive formationernes udbredelse i overfladen eller „dagen", idet de enkelte, til *en* formation sammenhørende bergarter er betegnede ved bestemte farver. Føies dertil også nogle tegn og fald, da kan i kartet øines et billede af bergarternes eller formationernes indbyrdes forhold mod dybet; men endnu bedre sker dette ved profilet. At gå et lagsystem op tværs over den herskende strøgretning, idet man vælger steile kystlinier, daldrag, mærker sig faldet og bergartens natur, sammenfatter det hele i en passende tegning — dette er at tage lagsystemets geologiske *profil*. På profilet kommer især bergarternes indbyrdes stilling i dybet eller „leiningen" tilsyne, på kartet derimod deres udbredelse i dagen.

Fjeldlærens raske fremgang skriver sig først fra den tid, da man begyndte at arbeide til karter og profiler. Jo større målestokken er for sådane, i desto større mål bør de også fremstille enkeltheder. Er karter og profiler sanddrue og i ikke altfor liden målestok, da vil de også frembyde et bestemt billede med sikre træk, for hvilket de tågede drømmerier, hvoraf geologien engang var så fuld, tilsidst må svinde som skygger.

Man har bragt i erfaring, at *bergarternes alder* indbyrdes til hverandre kan bestemmes: 1) af deres plads; 2) af de indeholdte rester af dyr- og plante-former ɔ: fossilerne eller som nogle også udtrykke sig forsteningerne. Med største omhu iagttages, om disse lag, disse formationer ligger over eller under hine andre, og ligeså omhyggeligt samles og sammenlignes de i stenmasserne indesluttede former fra tidligere epoker. *Stratigrafien* omhandler fremfor alt lagene og pladsen, *Palæontologien* derimod fremfor alt levningernes natur. [Stratum-lag. Palaia onta — det gamle liv].

I det, som dannes for vore øine: i sandet, som havet skyller op, i lerslammet, som lægges ved en flods udløb, i kalkafsætningerne, som

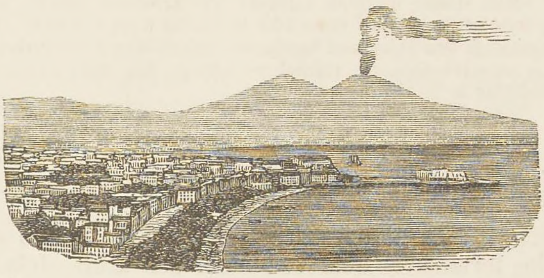
danne skorpe på skorpe omkring hede kilder, i koralklippen, som bygger sig langsomt op og forandres indenfor slægts minde — i alt dette sees, så hist og her, spredte levninger af det liv, som nu omringer os, f. ex. blade, kviste eller stammer af nutids vegetation, skaller af nu levende arter, skeletter af kjendte fiske, videre fodspor efter kjendte dyr, „som vandrede igår" i mudderet eller sandet, mærker efter bølger, som brødes mod stranden og riflede sandet, mærker efter regndråber, endelig også frembringelser af menneskehænder, som mynter, våben, ituslagne kar, eller selv menneskeben. Disse ting, rester eller kun aftryk og mærker, fandt engang plads i sandet, leret eller kalken. Og de vil under gunstige omstændigheder fremdeles kunne blive liggende, gjemte for fremtiden.

Under disse lag findes andre, som mellem levningerne også indeholde ukjendte former, skjæl, skeletter, planter af uddøde arter eller slægter. Går vi endnu længer ned i lagene ɔ: tilbage i tiden, da kan træffes under disse lag, blottede for menneskeben, atter andre lag fulde af ukjendte dyr- og planteformer. Vi kommer der til en tid, da intet med ryghvirvel forsynet dyr kan påvises, men kun havsbeboere af stråledyr, bløddyr, leddyr og fiske. Og atter længst ned i lagfølgen (længst tilbage i tiden) kommer vi til uhyre lagfølger, i hvilke der hidtil ikke er fundet andet end et tvivlsomt spor eller i det hele taget ingen organismer. Her tror vi derfor at have dannelser for os, der skrive sig fra en tid, før selve det voxende og åndende livs optræden.

Ved deres plads over eller under hverandre samt ved deres indhold af dyr- og plante-rester, som i lag fra samme tid er såvidt de samme, som de forskjelligheder, som breddegrad, klimatiske eller rumlige forhold til enhver tid medføre, bestemmes altså de lagede bergarter. De eruptive bestemmes igjen ved de lagede, som de gjennembryde.

ANDEN DEL.

JORDSKORPENS SAMMENFØINING.



Det synes at være en fornuftmæssig fremgangsmåde, når vi giver os til at betragte jordskorpens sammenføining, den at man går ud fra den nuværende jordens tilstand, således som den for os viser sig. Af undersøgelsen om denne nutidens tilstand slutter man da til de tidligere. Der sluttes da fra det mere bekjendte og lettere tilgjængelige til det mindre bekjendte og vanskeligere tilgjængelige. I denne fremgangsmåde, som har været anvendt således til alle tider, af oldtidens filosofer og af nutidens naturforskere, ligger ikke nødvendigvis indesluttet påstand om, at kræfterne til alle tider var de samme, men kun om, at lovene var de samme. Thi de samme love, så kan fornuftmæssigt sluttes, virkede under forskjellige omstændigheder i forskjellig retning.

Når vi nu høre om jordskjælv, som ryster jordskorpen over et helt kontinents bredde, om nye øer, som dukke frem af havet, når vi ser lavastrømmen udvælte af en krater eller frempresset af en spalte, eller når vi erfare, at isbræen rykker frem i dalen, bærende klippestykker med sig, eller når vi iagttage, hvorledes rullesten, sand, dynd vexlende lægges efter ved udløbet af en flod, eller at kalkrige og jernrige kilder sætter skorper af kalktuf og okker: da søge vi at udfinde det regelmæssige ved disse tilgange, for at kunne kjende naturloven igjen der, hvor den i andre tider virkede under andre rumlige mål og omgivende tilstande end de nuværende.

Denne forudsætning at man skal kunne forklare dannelserne gjennem jordperioderne ved de kræfters mål alene, som nu virke for vore øine, har, som man siger, „noget tiltalende“ ved sig.

Det er i alle tilfælde magtpåliggende at se hvor langt man på den vis kan komme med forståelsen. At man i de store spørgsmål ikke kommer langt, eller i det mindste ikke kommer helt ud til sidste årsag, bliver indlysende nok. Og dette turde være det vigtigste resultat, at man, erkjendende videre utilstrækkeligheden, standser ved grændsen og lader det udenfor grændsen liggende urørt.

Det stillede udgangspunkt, at man skulde kunne forklare alle dannelser ved de nu for vore øine virkende kræfter, behøver derfor, for at øine de store arbeider udrettede en uhyre hjælp, nemlig tid og atter tid. Tid for dråben til at hule en afgrund. Tid for myren til at bygge et berg.

Det kan ikke feile, at denne sammenligning her ligger nær. Vi befinde os i et stort vidtløftigt udstyret hus. Beundringen tager det i øiesyn, kritiken tager det i øiesyn, hver på sin måde; vi kjende det tilsidst indtil en vis grad så at sige overalt. Men man står der ved siden i den forunderlige betragtning, at de arbeidsmænd, som vi ser satte hist og her til at sysle med nogen istandsættelse og vedligeholdelse bære målet i sig for selve husets byggetid. Man slutter omtrent således: Tre arbeidere udrette så langt i en dag, altså 3 arbeidere har brugt lad det være 300 år for at bygge huset. Om denne tanke synes fastgroet ligetil at den ikke kan bortjages, må vi dog være forberedt på, at satsen kan vendes om, ja at selve naturens vidnesbyrd udpege den store kraft, der veier op endog 300 arbeidere istedetfor 3.

Nutidens virkende kræfter.

(aktuelle kræfter), hvis naturværk vi ser for vore øine i den store husholdning, virke fortrinsvis dels ved mekanisk kraft, dels efter kemiske love, og begge dels ødelæggende, dels byggende. Hvad der i naturen er nøie forbundet, nødes vi til at skille i fremstillingen. Vi skal først betragte de *mekaniske* virkninger, og først af dem igjen de *ødelæggende*, dernæst de *byggende;* men at skille dem ganske er ikke gjørligt. Dernæst vil vi betragte de kemiske virkninger, videre dyr- og plante-livets virksomhed, endelig særskilt vulkanske virkninger, kildernes.

Mekaniske virkninger.

Lidet mærkelige i øieblikket, men af stor betydning i længden er atmosfæriliernes virkning på fjeldmasserne. Her møder os først de kjendsgjerninger, som man samlede kan kalde *den almindelige jævnlægning* (*degradation*) — eller den samlede virkning af luftens, vindens, varmens, fugtighedens, frostens tærende indflydelse, som stræber at bryde ned på det høie og at opfylde det dybe, altså jævnlægger alt. Den begynder med den rent kemiske forvitringsproces, men ender rent mekanisk ved at løsne og bortføre masse i overfladen. Skaren af metaller og ertser ruste, angive sig ved okkerens eller blomstens farve, de hårde som de bløde bergarter smulre og tæres. Svovlkis bliver til jernokker, og de dermed isprængte bergarter løsne derved. Granitens og porfyrernes feldspat kaoliniseres, deres overflade hvidflekkes, kalksandstenens bindemiddel udtrækkes og dens sandkorn føles under fingeren o. s. v. De forskjellige bergarter give under denne jævnlægning, alt efter deres forskjellige indhold, struktur, fasthed, naturlige delingsflader o. s. v. ganske forskjellige former. I kolde klimater er det især frosten, som arbeider sprængende på fjeldoverfladen. Gaustafjelds og Sulutindens toppe i Norge er i huden at ligne ved store stenrøse. Men ligeså kraftigt arbeider varmen i forbindelse med fugtig luft i de tropiske egne. Med Itakolumi i Brasilien er det ikke bedre fat. Som menneske-værker, satte for at fortælle til fjerne tider om dåd og storhed, smulre, således smulre også fjeldene. Som pyramidernes nummulit-kalksten, som Titus-buens og Konstantin-buens

tuf, som Kølnerdomens trachyt,* som Alexandersøilens granit i St. Petersburg, således smulrer alslags bergart. Fjeldryggene dække sig til med sine egne brudstykker, og massen forberedes således for de rindende vandes bortførende evne. Stenskred og jordfald hjælpe til med at kaste endnu større mængder ned i førselens vei.

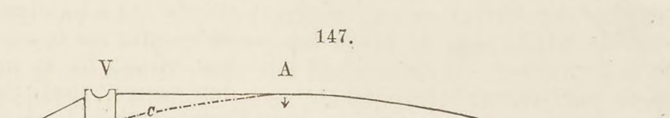
Vi ledes således til at granske *de rindende vandes spil.* Havet fordamper. Luftstrømninger føre den fugtige luft vidt omkring, og denne slår ned især i fjeldhøiderne. Derfra tage kilderne udspring. En del af det vand, som falder på overfladen, rinder også i overfladen. Det rindende vand med sine mekaniske og kemiske virkninger begynder herfra. En anden del finder nedgang gjennem selve masserne. Dette er det dryppende (filtrerende) vand med sine kemiske virkninger.

Fordampning og nedslag holder ligevægten i de rindende vandes spil. Så meget som havet lider af tab ved fordampning, kommer igjen jordoverfladen tilgode ved nedslag gjennem tåge, regn og sne. Således holdes altså det i overfladen rindende og samlede vand vedlige. — Det er tydeligt, at der også må gives forholde, som holder det underjordiske vands kredsløb vedlige; thi da den daglige erfaring lærer os, at der gives jordarter, som indsuge vand i betydelig mængde, da den kemiske analyse har lært os, at bergarterne og mineralerne indeholde vand i større eller mindre mængder fast allesammen, og da kildernes optræden og boringen af artesiske brønde har lært os, at der gives hele vandførende lag i dybet: så er det givet, at det underjordiske vandløb, hvis ingen tilsvarende modvægt var tilstede, skulde virke ensidigt til vandmængdens minkning i overfladen. Denne modvægt eller denne kraft, som atter bringer det underjordiske vand op, synes mineralkilderne og vulkanerne at være, hvilke stadigt igjen bringe en uhyre masse vand og vanddamp op til overfladen.

Hvad en ellers ubetydelig *fjeldbæk* kan føre med sig, når den svulmer op i flomtider, sees langs bratte dalvægge som Norges. Den lægger en hel masse af aur, sand og sten op efter sig, sædvanligst i form af en halv kegle, der hvor den styrter ned fra fjeldvæggen. Lagningens vinkel kan her gå til 30 og 40°, ja selv nogle grader mere, hvis materialet er skarpt og grovt.

Sådane dannelser har ofte en stadig væxt og kan benyttes som tidsmålere. Elven Tinière har opbygget, der hvor den udmunder ved Villeneuve i Genfersøen, en lav kegle af grus og sand, i form af en vifte, med 900 fods radius, 100° åbning og et overflade-fald af 4°. — Et jernbane-anlæg har nu gjennemskåret keglen, lodret mod viftens axe, i 1000 fods længde og indtil 32 fods dybde. *Morlot*, som har givet hosstående gjennemsnit, op-

147.



Snit gjennem grus-keglen ved Tinière. B R.

lyser os om, at man i det indvendige af keglen ved denne leilighed fandt 3 gamle muldholdige lag over hverandre; hvert af dem var engang overfladen. Keglen voxede langsomt og gradvis ved tilførsel fra elven, som løb i axelinien A. Først i 1710 blev nemlig elven inddiget og lagt til siden ved V. Linien C C betyder keglens sidste gamle overflade før inddigningen 1710. Morlot opgjør nu her på følgende måde en tidsregning:

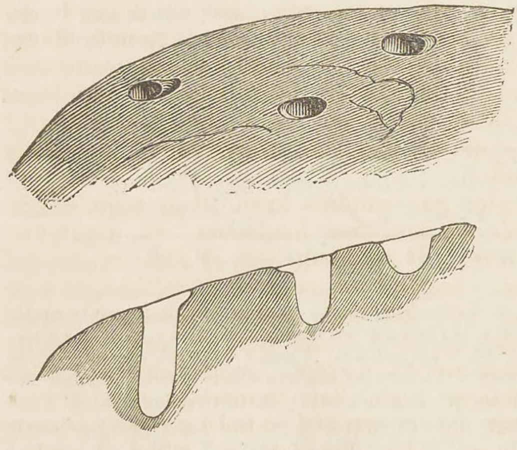
Den sidste overflade optræder under inddigningen med et muldlag af 2—3 tommers tykkelse. Det øverste af hine 3 ældre overflader optræder ved R R med 4—6 tommers tykkelse, og indeholdt teglstenstykker og en mynt fra romernes tid. Det andet B B, 6

tommer tykt, måtte ved nogle lignende fund antages at mærke bronce-alderen. Den tredie, 6—7 tommer, indeholdt foruden plumpe potteskår (ved a) og nogle kul samt dyre-ben (ved d), der var levninger efter måltider, også (ved b) et menneske-skelet, hvis hovedskal rundt, lidet og tykt havde den mongolske grundform. Dette lag antages at mærke sten-alderen, S S. Keglens volum voxer som kuberne af radius. Dybderne af hine lag, som er 4 fod for R R, 10 for B B, 19 for S S står altså ikke i direkte forhold til tiden, der forløb mellem dem. Morlot kommer efter en vel overveiet beregning til det resultat (antaget at laget fra romertiden er 16 århundreder gammelt), at broncetidens er 38 (20 før Kristus) og sten-alderen 64 århundreder gammelt — eller for at bruge runde tal 3—4000 års ælde for B B, 5—7000 for S S.

Floderne eie endnu stadigere og mægtigere bære-evne. Finere dele som sand og slam kan føres videre strax, medens de sværere stykker kun væltes på bunden. De fleste bergslags egenvægt ligger mellem 2 og 3, når vand = 1. De tabe i vand ofte halvdelen af sin vægt, og der skal ringe kraft til for at bevæge selv større stykker. Derved at brudstykkerne bestandig væltes og rulle om hverandre, gnides de og tabe sine skarpe kanter. Således fremkommer rullestenen. Den er aldrig speilglat eller stribet som de under isbræerne skrabende stene, men mat, og dens form, kuglerund, ægformig o. s. v., hænger af det oprindelige stykkes tilfældige form. Undertiden høres, når man dukker i flodgrunde, den raslende lyd af stenene, som rulle på bunden. I Rhinens øvre løb siges rullestene som et barnehoved ikke at være sjeldenheder, ved Køln er allerede nævestore sjeldne, i Holland fører floden mest sand og slam. Stenen slides på veien. Man kan indse, hvor længe og hvor vidt de svævende fine dele føres omkring selv i havet, når man hører, at en stor flaske med Rhinvand, taget til en analyse, måtte stå i 4 måneder, før vandet havde klarnet fuldkomment.

Dråben, som falder, huler en sten, så lyder det gamle ordsprog. Således ser vi stenhelder hules under tagdryppet. Og med en vældigere kraft kommer en påtageligere form. Under fossestup i snævringer og hvirvler dannes hine store i berget nedgående hul, som man på grund af deres form har kaldt *jættegryder* og *hvirvelhuller*. De går dels ret ned, dels skråt, dels kan man træffe næsten liggende. Indvendigt er de glatte, undertiden tydeligt riflede. På bunden af dem findes ofte runde stene, som har virket til at male gryden større, idet de hvirvledes omkring af den nedstyrtende vandstrøm. Da slige gryder findes så ofte på elvenes vei og også på steder, hvor gammelt bækkeleie kan spores, er det utvivlsomt, at de skyldes vandets kraft.

148.



3 jettegryder ved Gulltorp (H. v. Post).

Steder, hvor man ser dem i elveleiet, er f. ex. Gulfossen s. for Trondhjem ligesom længer oppe

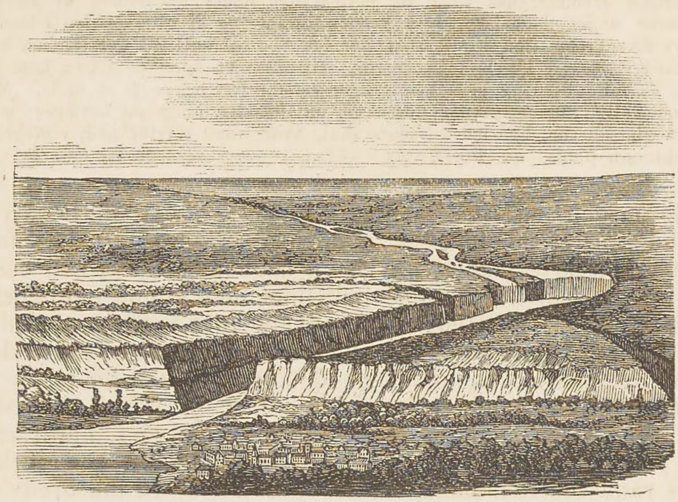
ved Gula omkring Eidets hytte — liggende gryder kan sees ved voldsomme fjeldbække i Opdal. Men jættegryder findes også rundt om i Skandinavien på steder, hvor man ikke skal kunne påvise noget bækkeleie. Det er sandsynligt, at disse — og det er de fleste — jættegryder dannedes i istiden. Man har gjort opmærksom på (v. Post) at de findes ligesom hængende kun med den ene halvdel af grydeformen på brat fjeldvæg, hvor man ikke har leilighed til at tro, at noget af fjeldet senere er forsvundet. Den anden halvdel har da ligget i isens masse selv! Ligeledes har v. Post påvist, at fremmede stene, flyttede ved isens bevægelse fra fjernt liggende steder, blev fundne i dens bund, og disse stene er rundslebne. Hermed stemmer det også, at jættegryden findes undertiden at være ligesom flyttet fremover under dannelsen, idet ved en forandring af vandkanalen i isen angrebspunktet blev forandret. Den kraft, som har boret disse huller i fjeldet, kan bedst sammenlignes med vandkraft i høie lukkede rør. Gjennem en sprække i isen kom vand ned, der dannede et rør. Sten og grus kom til, og vandkraften begyndte at male. Man skulde vente, at finde alle sådane gryder udtrukne, da ismassen langsomt bevæges; men det er iagttaget fra gletscherne, hvorledes sådane hul, hvori vand styrter ned, i meget lang tid kunne beholde sin plads. (v. Post).

Nogle meget lærerige samlinger af jættegryder blev våren 1872 og 73 underkastet planmæssig undersøgelse i Norge, idet man kartlagde stederne, førte stadigt opsyn og dagbog, medens den besværlige tømning foregik, således at hele indholdet nøie kunde indtegnes i grydens form o. s. v. To steder blev udvalgt, det første ved Gula-elven, hvor en virkende årsag var ligesom påtagelig endnu ved siden, det andet ved Kristiania i en beliggenhed, hvor hverken for tiden nu eller før nogen egentlig på fjeldet flydende elv kan spores. Ved sidstnævnte leilighed fremdroges nogle af de vældigste jættegryder, hidtil kun overtrufne af Amerikas i mål. Den største af gryderne ved Bækkelaget (Egebergs rand ved Kristiania) måltes 33 fod dyb, 12 fod bred. I fyldningen af gryderne kunde med sikkerhed adskilles alskens materiale, der senere var indstyrtet, fra de nær bunden hvilende afrundede *rivestene*, som havde ved rivning mod hverandre, og mod fjeldet været med at udsvarve gryden, og en stærk rifling i *spiral* efter svarvningen fandtes i grydernes nederste del. En sådan bevægelse kan enhver iagttage ved at lade sandkorn hvirvle for en vandstråle i et passende glasrør. Den opstigende strøm trækker kornene med sig og lader dem atter falde. (Brøgger og Reusch i Fra Videnskabens Verden no. 8). Men her ved gryderne har man at tænke sig uhyre sandkorn hvirvlende. Den store kjæmpegryde indehavde således liggende på bunden en rivesten, som veiede 3 centner. Indhold og tegninger findes nu tilskue i Universitetets Mineralkabinet. — Ved Løve-mindesmærket ved Luzern i Schweiz afdækkedes samme års høst lignende samlinger af gryder, som nu holdes tilskue på stedet som „Gletscher-haven.“ På begge steder kan kun vandstyrt gjennem overliggende is engang have hulet ud disse hvirvelhuller.

Endnu meget større exempler paa vandets kraft til at udhule ligge her forhånden. *Niagara* flytter sig langsomt baglænds. St. Laurentsfloden går fra Erie-søen i Ontario. Høideforskjellen er omtrent 300 fod og afstanden 32 engelske mile. Lagene omkring er fladtfaldende siluriske. Ovenfor faldet, som er 160 fod høit, ligger flodsengen oppe i disse lags flade, nedenfor faldet derimod åbner den sig som en i klippen indhugget kanal med næsten lodrette vægge. Denne rende af næsten 7 engelske miles længde, antager man, har vandfaldet selv gravet. Klippen, hvorover det nu styrter sig, er oventil 80 fod kalksten, nedentil en ligeså mægtig lerskifer. Denne sidste forvitrer let, ædes og under-

mineres nedentil bag faldets bue. Følgen er, at de overliggende tykke kalklag tabe fæste; de styrte da ud stykkevis; og fossen må gå tilbage; man har endog sagt 150 fod i 40 år; andre sige: sikrere blot 1 fod årligt, og atter andre: endnu mindre.

149.



Niagaras rende med Queenstown i forgrunden.

På tegningen (fig. 149) sees spor af et daldrag, der går fra Niagaras rende, 3 mil nedenfor faldet ved et sted kaldet Whirlpool, og sees at skjære gjennem fjeldranden tilhøire for Queenstown. Dette gamle daldrag er fyldt med „drift" fra istiden. Først efter at denne vei var sperret, antages faldet at have skåret sig sin rende fra Queenstown af og indover. Videre har man fundet lag fulde af flod-skjæl og snegler, mage til dem, der leve i den samme flods stille steder, på øen (Goat-Island), der ligger midt i faldet, samt på bredden ligeoverfor. Fra de samme lag har man også fremlagt tand af en mastodon. Da disse lag nedlagdes, måtte altså faldet være længer fremme, man antager 4 mile. Heraf følger, at hvis alt er rigtigt, har faldet skåret sig sin rende, fordi den gamle dal blev opfyldt af tæt pakket grus og skrammel under istiden, og dernæst er 4 mile af renden skåret siden tilværelsen af den store amerikanske elefant. Hvis imidlertid fjeldgrunden ved et system af sprækker allerede forud var splittet, vil ikke tidsregningen, man her har forsøgt, og som giver uhyre tal, være rigtig. Ligeledes er det klart, at kraften nu er delt nemlig i 2 vandfald, et på hver side af Gjedøen. Det samlede vandfald måtte virke med vældigere kraft. Vi ser, man nytter Niagara som et ur; faldet er den viser, som her flytter sig. Men det er et hovedspørgsmål, om dette ur har gået jævnt eller sagtnende.

Udglidninger og *jordfald.* Hvor vandet har leilighed til at gjennemtrænge og omsider opblødne lerskifer, ler o. s. v., forvandles disse til en dyndet masse, og en overliggende skorpe af fastere slags vil da under visse omstændigheder glide ud. Således har ofte udglidning fundet sted langs Vormens og Glommens bredder i Akershus og Smålenene, hvor et løst kalkholdigt ler, der let opblødnes, danner underlaget for fastere ler og sand oventil. Ved tilplantning af bredderne kan vandets adgang til de indre lerlag hindres og bredderne beskyttes. (Schive).

Et af de største jordfald på disse bredder var det ved gården Tesen ved Vormen, ikke langt fra Vormens udløb i Glommen. Det foregik 21 oktober 1795 om middagen. Den udglidende masse sperrede ganske Vormens løb, således at man lige til 9 febr. 1796 kunde gå over denne ellers brede og vandrige elv. Mjøsen, som ikke fik sit sædvanlige afløb, steg i denne tid 24 fod. — Også ved den langt svagere elv Rømua på Romeriget hendte ved gården Løren noget lignende i 1794, idet jorden gled ud i 5 forskjellige dage i juni og juli måned og sperrede elven 132 dage. Efter hine 2 store jordfald ved Løren og Tesen førte Glommen i 2 til 3 år en uhyre mængde slik og sand; der lagde sig forsandinger i elven nedenfor, nye øer fremkom i Øiern, og de såkaldte lerer ved Øierns øvre ende fik større udstrækning. (Schive). — Ved Sarpen sank 5 febr. 1703 Borge herregård lige overfor Hafslund ned i dybet og efterlod sig en vandstrækning 3—400 alen lang og halv så bred. Ulykken skedte om natten og 14 mennesker med 200 stykker kvæg omkom.

I de flade egne kaster sig elv og flod fra tid til anden af lignende årsager i nye *slyngninger*, flodsengen udvides derved til et bredt, lavere liggende og gjennemrodet stykke land.

Havet selv eier den samme førsels-evne, men i høiere grad. Det arbeider ved sine store strømme, der sættes i en stadig bevægelse under jordens omdreining, fordampningen og udvexling af koldt vand fra polerne og varmt fra linien. Således tager en af de bekjendteste havstrømme (men der er lignende i alle de store oceaner såvel n. som s. for linien), Golfstrømmen, hele den masse med sig, som Amazonen fører ud, og lader det falde på sin videre vei. Neppe er den klar efter Amazonens slam, før den pånyt møder Orinokos, som den tager med sig og afsætter på sin vei henimod Antillerne.

Videre arbeider havet ved almindelig *brydning på kysterne* samt ved *flod* og *fjære*. Bølgeslag og brændinger slider kystens løsliggende stene runde.

„Stiller man sig som en opmærksom iagttager ved strandbredden på en stormdag, når bølgegangen er stærk og havet oprørt, så kan man se, hvorledes bølgeslaget behandler fjærens løse material og opslider det. Dersom fjæren består af grovere material, så kan man endog imellem bølgernes larm høre småstenene ved hvert bølgeslag rasle ved at gnides mod hverandre eller over den sten, som endnu er for stor til at følge bårens bevægelse. Man ser en idelig frem- og tilbageføren, thi sugdraget tager altid noget med sig igjen nedover fjæren et stykke, hvor det nyder den korte hvile, der ligger imellem, indtil den efterfølgende bølge kjører det opover igjen. Således i det uendelige. Efter springtid ligger der da igjen en opkastet vold, der viser, hvor høit tidvandet for dengang gik“. .Således skriver Doktor Follum (fra Alten), og til bevis for at havets arbeide i brændingen udretter rullestene har han samlet fra Bosekopstranden murstensstykker, slakkebiter, fuldkommen afslidte og tilrundede, ja også derimellem den øverste ring af en ølflaske med isiddende kork, ganske afslidt under halsen istedetfor med det splintrede glasbrud. Den samme iagttager anfører også som yderligere bevis for at bølgeslaget just afrunder fjærestenene, at fiskerne tage med sig fra laveste fjærmål sine „seglsten“, disse noget afrundede passende store stene for en mand til at bære ind, og som i ulykkestilfælde (kulseiling) har let for at rulle ud af båden, så ballasten ikke trækker den med tilbunds“.

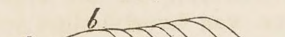
Brydningen på kysten virker synligt ødelæggende overalt, hvor fjeldet ikke kan stå imod. Bølgerne virke på rummet mellem høivand og lavvand. Sandsten, mergelskifer ødelægges lettere; granit, porfyr,

gabbro står længere imod. Bergslagets natur samt lagstillingen gjør her meget. Falder lagene i retning mod havets angrebslinie på kysten, vil bølgerne ikke udrette såmeget på skråplanet, som når brudsiden er vendt mod havet, og lagene falder indover. Sådane forhold give leilighed til store undergravninger, hvorved pludselig begivenheder forberedes som store ras, jordfald og *udglidning af land* på udsatte kyster. Fra Englands østkyst haves her exempler, især fra *Yorkshire*. Her møder i havlinien en væg, 300 fod høi, af lag hørende til lias, oolit og kridt. Havet bryder huler i den, stykker af klipperne løsnes og falde ud. Ligeledes hvor kyst-væggen består af ler, vexlende med rullesten og sand. Lerlagene holde sig våde ved dryppende vand, og havet vasker fra sin side. Således undergraves hele stykker På gamle karter findes punkter nævnte med små stæder og landsbyer, hvor der nu er sandbanker i havet.

Zuyder-søen i Holland synes at være dannet derved at havet af og til har gjort indgreb i det lave land under springflod. Da Tacitus skrev om Germanien, synes det, var endnu kun flere mindre søer forhånden istedetfor den store Zuydersø, som dannedes ved store indbrud, navnlig i det 13de århundrede. Det samme finder sted på *Slesvigs vestkyst*. Nordstrand var lige til 1240 forbundet ved Sylt og Før med fastlandet, men i 1240 og 1634 skedte frygtelige indbrud; der blev 3 øer til rest. Man tror, at lignende indbrud fandt sted allerede tidligere i oldtiden på *Jyllands kyst*, og at disse har givet anledning til det gamle sagn om den *kimbriske flom*.

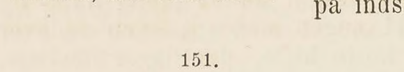
Også *vinden* eier en flyttende kraft. På visse åbne og sandige kyster driver sandet sammen til bevægelige sandklitter eller *dyner*, for exempel på Frankriges kyster — eller det samme sker i de store sandørkener i Afrika, Arabien. Dynerne voxe eller bevæge sig på 2 måder, enten 1) idet vinden idelig blæser *ny sand* op langs skråningen *a b* på udsiden og lægger den efter på indsiden ved *b c*, eller 2) idet den *samme dyne* flyttes, når vinden feier bort ved *a b* og lægger igjen ved b c, indtil dynen er flyttet til 2, til 3 o s. v. På denne måde kan dynerne rykke ind imod og begrave dyrket jord og landsbyer på kysten eller som i Sahara oaser med deres livet betingende kilde. Man har exempel på, at de bevæges fra 60 til 150 fod i et år, sædvanlig dog kun 3 til 6 fod. På Sylt og List ved den slesvigske vestkyst er sandklitter af 100 fods høide. Man kan ved plantning af passende græsarter give klitterne fæste og nogenlunde styre „sandflugtens“ gang i den mindst ubeleilige retning. (Andresen).

150.



Sandklit, som voxer større.

151.



Sandklit som flyttes.

Fint sand, støv, vulkanske asker bæres derhos langveis af vinden og falder som farvet *støvregn* ned på fremmed grund. Rødt støv fra den afrikanske kyst har man seet falde ned med regn som såkaldet „*blodregn*“ på skibe i Atlanterhavet. Sådant støv kan være fuldt af mikroskopiske organismer. Pimpstenstøv fra askespyeren 29 marts

1875 på Island strøedes ud over Norge fra Søndmør til Tryssil og ind lige til Stokholm.

Betragtningen af ødelæggende virkninger fører os ind mod *byggende*. Før er alt nævnt fjeldbækkenes.

Hvad havet river væk på et sted af kysten lægger det undertiden op på et andet. Ved lave kyster foran en og anden bugt skubber bølgeslaget strandsten og sand op til en liden ryg eller banke, som kommer til at ligge snart langs med kysten, snart tversover bugten. Dette sker i havstokken. Reiser vinden derhos sandet til en dyne, så bliver denne bygning til en *kystvold*. Indenfor en sådan kystvold dannes da ofte sump eller *lagune* med eller uden forbindelse med havet. Vandet i lagunen bliver brakt, og således kommer havdyr og ferskvandsdyr til at leve og begraves side om side. Man ser dette forhold af alle karter over lave kystegne. Kystvolden støtter ved floders udløb dannelsen af delta.

Det grus, de rullestene og det slam, som store floder føre med sig, *dæmmer flodleiet op* og gjør det høiere. Po bygger sig således en rende, som man udbedrer med flid, for at sikre det omliggende landskab mod oversvømmelse. Flodleiet selv kommer således til at hæve sig. Po løber på en dels naturlig, dels kunstig dæmning, og staden *Ferrara* ligger lavere end flodleiet.

Sådane opdæmmede leier må tid efter anden gjennembrydes, floden graver sig da et nyt, idet den styrter ned i det dybere land ved siden. Således opstår den så hyppige gaffel-deling, som vi ser på alle karter ved store floders mundinger. En sådan dannelse kaldes et *delta*, efter det græske bogstav Δ. Toppen vender altid indad mod landet.

Nilen, Ganges, Mississippi, Rhinen, Rhonen og Po har lagt deltaer ved sine mundinger, således som ethvert større kart viser.

Nilens delta omsluttes af Nilens nuværende 2 hovedarme, den østlige ved Damiette, den vestlige ved Rosette. I oldtiden var disse arme ubetydelige, medens andre, nu forsvundne, var tilgjængelige for skibe. Deltaet har et fladerum af 400 geogr. □ mile. Nilslammets dybde over det underliggende gamle søsand er kun 10 meter. Yderst ude mod havet er deltaet afgrændset ved en ældre kystvold af kalksandsten og dyner.

Man har udregnet, at Nil-slammet får en tilvæxt af 6 engl. tommer i tykkelse, andre sige 2½ for hvert århundrede. Ved boringer 1851—54 fandtes ved Memfis o. a. st. potteskår fra 39 indtil 60 engl. fod dybt og i tilsyneladende oprindeligt leie. Nilslammet fandtes næsten overalt udmærket ved en mangel af alle tegn på lagning. Det var et fint mudder i jævn masse. Det tal, man her har villet få ud for hine potteskårs ælde, kan kun anføres som exempel på usandsynligheden ved en beregning, der går ud fra tvivlsomme forudsætninger. Nilens delta voxer nemlig ulige på de forskjellige steder og er derhos gjennem årtusinder gjennemgravet og oprodet ved kanaler og markarbeider og brøndgravning. Beregningen måtte gå ud fra deltaets kubiske indhold og den mængde faste dele som årligt under oversvømmelsestidens 6 måneder bringes ned af Nilen.

Mississippis delta er gransket meget nøie. Her samles foruden sand og slam også uhyre masser af drivtømmer, som binder sig sammen i store flydende øer. Størrelsen af deltaet er 12,300 engl. □ mile. Deraf ligger noget over $\frac{1}{3}$ over Golfens speil og $\frac{1}{3}$ er marsk. Mississippi-slammets dybde er fundet at være kun 25 engl. fod nær toppunktet og 41 fod ved New Orleans. Den mængde svævende dele, som Missis-

sippi fører med sig årligt, udgjør $\frac{1}{1500}$ af vandets vægt eller $\frac{1}{2900}$ af vandets masse eller såmeget fast materiale, som kan sammendynges på en engl. kvadratmil 241 fod høit — og når også medtages hvad floden ruller og slæber, 1 □ mil 168 fod høit.

Ved hovedmundingen rykker deltaet frem 262 engl. fod hvert år. Afstanden til deltaets toppunkt er målt langs floden 220 mile. Dette giver kun 4400 år for deltaets ælde. Ch. Lyell får ud et uhyre tal af år for dette deltas ælde, men han sætter slamføringen til det halve af den virkelige og deltaets dyb til 528 engl. fod.

Rhinens delta er ikke så tydeligt. En vexelvirkning sker her af havet og floden. Ud mod havet var her allerede tidligt dyner tilstede på et sandigt land med små høie. Indenfor denne vold foregik deltadannelsen. Man har kaldt Nederlandene en gave af Rhinen. Bunden voxede indenfor ved ophobning af sand, slam og torv; men derhos fandt af og til et indgreb af havet sted, hvilket atter forstyrrede disse dannelser.

I 10,000 dele *rhinvand* fandt Bischof omtrent 20½ svævende dele. Ved nu at udkaste et omtrentligt gjennemsnit af leiet samt bestemme hurtigheden fandt man i 1853, at i 24 timer førtes forbi *Bonn* henved 146,000 engl. kubikfod fast emne som svævende slam. Dette skedte under sædvanlige omstændigheder; i flomtider er mængden af slammet indtil 100 gange større.

Det uklare flodvand glider, som lettere end søvandet, med sit materiale henover dette. Man finder i lang afstand fra flodmundingen endnu et lag uklart og ferskt flodvand. Og i en afstand af 50 mile fra Amazonflodens munding finder man endnu vand af egenvægten 1.020 over det dybere havvand med 1.026.

Det delta, som findes ved mundingen af *Po*, er afgrændset som så mange deltaer med en kystvold. Ved Venedig er et stykke af kystvolden bekjendt under navnet *Lido*. Den danner en naturlig havnedæmning. Flere floder såsom Brenta, Adige deltage her med Po i at fylde rummet indenfor kystvolden. Brenta er forlængst afledet ved kanal for at den ikke skulde fylde op om søstaden Venedig. Længer syd var Adria og Ravenna i oldtiden søstæder, nu ligge de langt inde i landet. Po har forlængst nået udenfor kystvolden. Po deltaets ende rykkede frem 25 meter årligt mellem år 1200 og 1600, og 70 meter årligt mellem år 1600 og 1800.

Ved en *æstuarie* forståes en havbugt ved udløbet af en større flod, hvor intet delta kan finde sted, fordi en beskyttende kystvold mangler, og hvor således alt, som floden fører ned, går lige i havet. Bugtens form kan ofte understøtte førselen under fjæren. Flodbølgen fra havet opstuver nemlig, indesluttet i en stedse svævrere bugt, det ferske vand og trænger det tilbage. Det slikker da alt løstliggende med sig, og derefter, når fjæren begynder, strømmer vandet med rivende kraft igjen ud og bærer de svævende dele med.

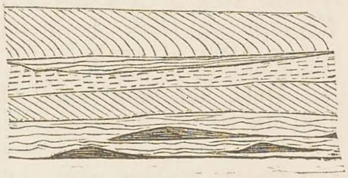
Også i flodernes eget løb sees sporene af disse gjenopbyggende virkninger. De søer, som i fjeldegne ligge i vasdragets vei, er *klarekummer* for dragets vande. De flyde muddrede og grå ind i søen, og går klare ud af den. Således er *Rhonen* grumset ved indløbet i *Genfersø*, men går skjøn og blå ud igjen. Og således er det også med *Rhinen* i *Bodensø*. I søen selv kommer vandet til hvile, de svævende

dele får tid til at synke, og den opfyldes lidt efter lidt. *Øiern* er en klarekum for *Glommen*, *Otta vand* for *Otta*. Foruden ved at optage det faste materiale, virke sådane søer også ved at optage det overflødige vand i flomtider. Floder, der ikke gjennemløbe en række af søer, vise derfor gjerne foruden opdæmninger og deltadannelser også oversvømmelser, alt i høi grad.

Fremdeles mellem disse mekaniske virkninger må vi betragte *lagning*. Man har fundet, at den *vinkel*, hvorunder *sand* og *slam* nedlægges, alt efter omstændighederne kan nå til 28 og 30°. Ved udtapninger af søer, som var fyldte i lighed med de nysnævnte, har man fundet, at *grus og rullesten* kan binde sig under endnu noget større heldning, indtil 35°. Idet man fjernede sig i retning fra flodmundingen, aftog også lagenes skråning, men de tiltog i tykkelse, indtil man tilsidst havde en vandret flolagt udfyldning.

På den anden side er det tydeligt, at selve lagningen, det at massen virkelig er *delt i forskjellige lag*, fremkommer ved nedslag, der sker lidt efter lidt og som stundom afbrydes. Således ved floderne: thi flomtider river grovere gods med sig end ellers. Og således også ved kyster: thi vinterstorme forårsage jordfald og udskylling af stort materiale, medens derpå atter kan følge en lang rolig tid.

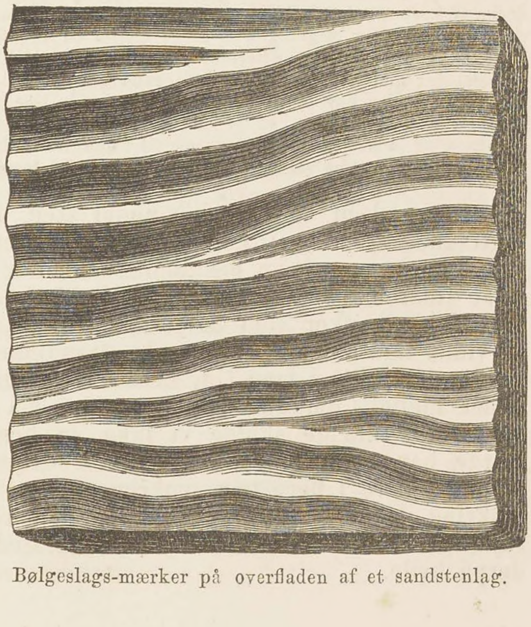
152.



Lagning efter flod og fjære og bølgeslag.

Såkaldt falsk (*irregulær*) *lagning* forekommer med eiendommelige skråtstillede eller korte og forvirrede lag: efter *bølgeslaget* på kysterne med sand, rullesten og ler, hvert i pludselig afbrudt udstrækning; efter *flod* og *fjære* de samme i dels vandret skivede, dels skråt skivede, aldrig tykke lag; endog efter *vinden*, som driver sandet i for skjellig retning, arbeidende snart hist snart her. Se om dynerne.

153.



Bølgeslags-mærker på overfladen af et sandstenlag.

Bølger, der trille på en flad sand- eller lerstrand, frembringe de yderst kjendelige *bølgeslags-mærker* (*ripple-marks)*. De findes ofte i lagede bergslag af alle formationer, og er vidner om fortidens vandstande. Undertiden kan vi dog se, at vind kan blæse lignende rifler på sandfla-

der, men medens der er mulighed for, at *bølgeslags-mærker* kan bevares ved næste opgrumsing af vandet, er det sandsynligt, at vinden tidt selv slider sine overflademærker ud. Bølgeslags-mærker på overfladen af et lag kan frembringes på stranden, fra havkanten af og nedad endog til dybder af mer end 100 fod. Havet skal ved vintertid kunne bryde ved Husø og Utvær (på vestkysten) på 12 favne, ja en enkelt gang indtil 18 favne.

Når man efter at have gjort sig fortrolig med disse simpleste og mest påtagelige mærker efter hav, kyst og bugt, skuer omkring i dal og i fjeld kommer man snart til den bestemte slutning, at *det indbyrdes forhold mellem havs og lands udstrækning* må være *forandret* gjennem tiderne.

Dette kan ske pludselig ved vulkanske udbrud; der kan mærkes en blivende høideforandring. *Chilis kyst* mellem *Valparaiso* og *Konception* steg 3 til 4 fod i 1822. Og i 1835 steg strækningen mellem *Kopiapo* og *Chili* 4—5 fod, hvoraf den dog igjen tabte noget ved senere atter at synke.

Dels, har man ment, sker det langsomt, og flere menneske-aldere skal da til, før man mærker forandring, idet man endda måske tvivler. Først historien vil tilsidst underrette om sandheden, medens man måske endnu grubler over, hvorledes det sker. Efter lange undersøgelser er man fortiden ved det resultat, at en del af *Sveriges* og *Finlands* østersøiske kyster befinde sig i stigning. Det er denne kjendsgjerning, som kaldes „Skandinaviens stigning“.

Celsius (1743), som mente, at det var havet som sank, påstod, at forandringen udgjorde omtrent 4 fod i et århundrede. Senere (1823) mente man, at de 4 fod i århundredet gjælder for kysten ved den botniske bugt, ved Kalmar derimod 2 fod, syd for Kalmar 0. *Nilsson* (1837) tillagde, at Skåne viste endog en synkende bevægelse, medens derimod kysten atter befandt sig i stigning fra Hallandsås til den norske grændse. *Nordenskiøld* udregner stigningen ved Stockholm til $1\frac{7}{10}$ fod i århundredet. I Norge blev de i 1839 indhugne mærker efterseet i 1865. Middeltallet for 11 af de pålideligste iagttagelsessteder mellem Moss og Kristiansund giver 1 fod i et århundrede. Da Skandinavien har ligget under hav indtil 500—600 fods høide lige ved slutningen af den næstforegående geologiske tid (istiden), så er det et simpelt regnestykke — forudsat at stigningen var uafbrudt og jævn altid — at regne ud tiden fra istidens slutning til nu. Men denne forudsætning er ikke alene usikker, men endog i henseende til beregningen ganske falsk.

Bevægelsen er, om den finder sted, hverken jævn over hele den iagttagne strækning; heller ikke er det en selvfølge, at den gjennem tiden har været jævn bestandig; thi den kunde også have foregået i visse tidsrum, medens der var forholdsvis *hvile* i *andre.* Derom synes såvel skjælbanker som dalenes terrasser i Norge, begge i flere trin, at vidne ligesom også de gamle strandlinier. Thi ved det trin, hvor havet står stille i lang tid, sættes slige blivende mærker. Men flyttes trinet ideligt, om end kun langsomt, må også mærket ideligt flyttes, og i dette tilfælde skulde vi ikke se bestemte trin. I det sydlige Norge har vi muslingbanker i flere bestemte høider under hverandre, nemlig høiere i flere trin omkring 520, 450 og 350, lavere liggende omkring 150 og 50 fod over havet, derhos også strandlinier i forskjellige høider. Dette vidner om en stedfunden bevægelse i ryk og derpå hvile.

Ikke sikrere end med Skandinaviens stigning synes det at være med Grønlands næsten ligeså berømte sænkning.

Grønlands vestkyst mellem *Igaliko* og *Disko* bugt 69° og 60° n. br., siges at have sunket i de sidste 400 år. Man har beråbt sig på gamle hustomter forstyrrede af havet og på en ruin på et omflydt skjær i Igalikofjorden; dog K. Steenstrup har reist tvivl også om denne sænkning virkelig foregår (de danske geologiske undersøgelser i Grønland 1876).

Også i det *stille ocean* må ifølge teorien for *koral-øernes* dannelse synkning af bunden finde sted og have fundet sted i stort mål. Men der er iagttagelser, som vise, at ialfald østkysten af Australia og nogle atoller i Sydhavet med umindeligt gammelt pimpsten lag, udskyllet af havet, nu øverst liggende 10 fod over høivande, ikke kan befinde sig i sænkning. Heller ikke kan man ret forstå den forblivende stilling af så mange overmåde lave men beboede øer, om det uhyre Sydhavsareal skulde være underkastet sænkning.

Dette standpunkt, hvorpå kunskaben om stigning og sænkning nu befinder sig, nemlig det ganske tvivlsomme, hindrer os imidlertid ikke fra at henvise til jordskorpens bevægelighed; thi at stigning og sænkning *har foregået*, derpå er utallige og uimodsigelige beviser.

Tilsidst kommer vi til *isens virkninger*. Idet vand fryser (krystalliserer) og antager form af is, udøves en stærk sprængende kraft. Små rifter kan derved udvides, og stolte fjeldtinder efterhånden synke sammen i ruiner.

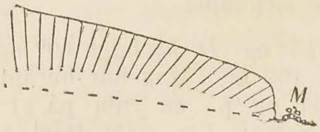
Land-isens virkninger er af alle de påtageligste. Vi kunde have opnævnt *bræ-is* (jøkel-is, gletscher-is) og *evig sne (fon)* mellem bergarter, da de har forhold fælleds med dem, en struktur, en udbredelse o. s. v.

Evig sne er en løs sammenhobning af korn og krystaller eller undertiden snekorn sammenkittede med ismasse. Den er laget ifølge dannelsen. Henimod høsten er snefonnen skidden i overfladen af alt det støv og smuds, som i årets løb kom til at ligge efter den tærede sne. Ved hjælp af denne smuds-stribe kan man skjelne snelagene fra hvert år der, hvor man i store revner får se et snit, af farven. *Smith* har i en sådan revne tællet 16 lag på Snehættas fon. Nedefter blive lagene stedse tyndere, indtil de ved et par tommers tykkelse løbe i hinanden; opefter derimod sees de tykkere. *Smith* så i august 1812 et 2 favne tykt snedække fra den forudgående vinter på Folgefon.

Bræ-is har kornig struktur, består af iskorn, der lænker sig i hverandre. Dens masse er ligeledes afdelt ligesom i lag med afvexlende blå og hvide bånd.

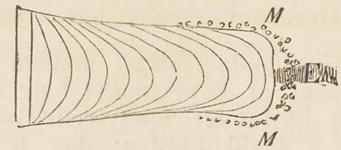
Disse bånd synes at hænge sammen med selve is-dannelsen på det sted, hvor snebræen går over til is-bræ. De står der lodrette og stryge tværsover bræen. Idet nu isbræen bevæges nedover, og idet bevægelsen sker raskere i midten og i overfladen end på siderne og mod bunden, bliver båndene mer og mer skrå mod is-bræens nedre ende. Båndenes stilling er altså i almindelighed denne:

154.



Is-bræ med bånd, om de kunde sees i gjennemsnit.

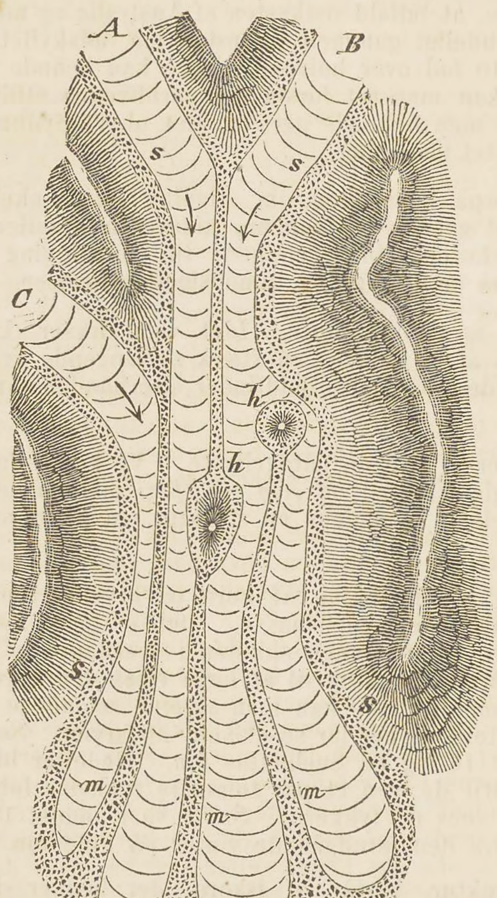
155.



Is-bræens bånd seet ovenfra.

M forestiller en samlet krands af side-, bund- og ende-moræne. E er den elv, som fødes ved isens smeltning og gjerne bryder gjennem bund- og ende-morænen.

156.



Sammensat gletscher og morænér [efter Omboni].

Den samlede gletschers endemoræne e, midtmorænér m, hindringsmorænér h, sidemorænér s, A, B og C gletschere forenende sig til den samlede.

I samklang med denne almindelige teori for isbåndenes stilling i bræen synes følgende iagttagelser af *Sexe* at være: Blådalsbræen (ved Odde) øvre del: båndene meget steile. Kjæringbotn bræ (Folgefons sydrand) nedre del: båndenes vinkel 30 – 45°. Bondhusbræen (Folgefons vestrand) nedre del: båndene vandrette.

Folgefons isbånd har en tykkelse mellem 1 og ½ tomme og adskille sig ved forskjellig tæthed, mængde af blærer, gjennemsigtighed samt farven, hvid, grøn eller blå. (*Sexe*).

Farven er eiendommelig blå. Smagen er skarp, sammensnerpende. Smeltes jøkelisen, da har vandet samme blå farve og siges ikke at være tørststillende, og det virker til diarrhoe. En is-bræ eier bevægelse nedad og med den en stor bærende og flyttende evne. Hvor den når havet og løsner sig i store stykker, kan disse drive om med sin byrde.

Forekomsten: Når vi tænker os en linie draget omkring et høit fjeld, der hvor sommerens middeltemperatur er 0, da er dette fjeldets *snelinie.* Ovenfor den bliver *al sne,* som falder, liggende. Under denne linie etsteds tænker vi os en anden linie draget der, hvor middel-temperaturen for hele året er = 0°. Imellem disse 2 linier ligge de

steder, hvor den evige sne smelter til is, og hvor bræerne (gletscherne) tage sit udspring. I alperne bliver sneen liggende som kornet høifjelds-sne (firn) indtil en høide på omkring 7600 fod. Her smelter den og går under dertil gunstige sted-forholde over til is. De gunstige steder, hvor den ophobede firn går over til gletscher, er cirkus'erne. Alle Høialpernes dale, siger Schlagintweit, ender i firn-mulder. Disse fordybninger (mulder) kaldes der *kar* eller cirkus'er. Bagtil er de sluttede ved fjeldkamme, men fortil gå de over i smallere, langstrakte dale. Alpe-forskeren Desor benævner derfor cirkus'erne som gletschernes værksteder, fordi derfra begynde de sit arbeide. Lignende cirkusdale findes foruden i hele Alpetoget også i Pyrenæerne, i Jura, og i andre fjelde (Schlagintweit). Gletschernes forekomst er altså fra en vis høide, fra cirkus, hvor firn går over til is, og derfra nedad.

Efter *Sexe* er snegrændsen på den sydlige og østlige rand af Folgefon i Bergens stift 3900 til 3400 fod. Buers-bræen i øst steg (1860) ned til 1445, og Bondhus-bræen i vest til 1019 fod. Suphelle-bræen i Fjærland ligger 159 fod over havet med sin laveste rand. Men denne bræ hænger ikke umiddelbart sammen med Stor-bræen. Den er skilt fra denne ved en 2 – 3000 fod høi styrtning, og forsynes ved nedstyrtning fra denne. Bøiums-bræens laveste rand sammesteds er 407 fod over havet. Ved bunden af Jøkelfjorden, en arm af Kvænangfjorden i Vest-Finmarken går isbræ lige ud i havet.

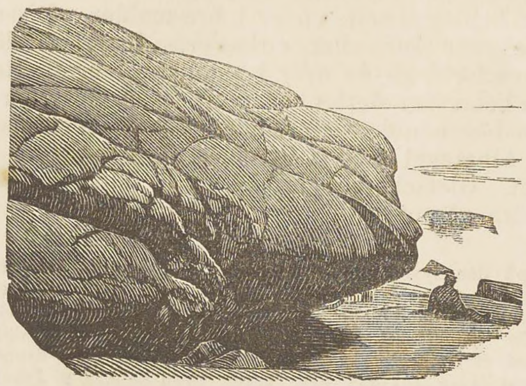
Bevægelsen. Man strides måske endnu om, hvorfor bevægelsen sker. Den finder sted, det et vist. Is-bræen kommer derved ned til en høide, hvor sommervarmen sætter den grændse ved afsmeltning. Istedetfor det afsmeltede glide uafladelig nye isdele til. Kun hvis høifjeldssneen oventil ikke stadigt fornyes, vil is-bræen tilsidst forsvinde.

Den bærende og flyttende (transporterende) evne. Alle klippestykker, store og små, som falde på is-bræens ryg, må bæres med og forsåvidt de ikke falde ned gjennem sprækker eller standse mod fjeldsperring, ophobes foran dens ende. Dette materiale danner de *overfladiske morœner* (jøkelgjærder). Man kan adskille *ende-morœne* fra *side-morœner.* Ligeledes er ved sammensatte bræer også en eller flere *midt-morœner* (langs efter) tilstede. Det er let at indse, hvorledes en sidebræs endemoræne kan blive den forbiglidende større bræs side-moræne, samt hvorledes 2 sammenstødende bræers inderste side-moræner kan blive den samlede bræs midt-moræne. Fremdeles, hvor øformigt opragende klippepartier møder i bræens fremskridnings vei, aflægges omkring denne øklippes sider eller tilsidst paa dens top *hindrings-morœnen.* Men også *under* is-bræen og presset mod dens sider samles materiale fra fjeldgrunden, og dette danner de *dybtliggende eller bund-morœner.* Morænen samlet i almindelighed består af stort og småt materiale, blokke, stenstykker, grus og sand eller slam — alt i en uordnet masse. Is-bræen slæber altså frem på sin ryg, lægger efter sig der, hvor den standser. Får afsmeltningen overtag over tilglidningen af nye isdele, da vil is-bræens ende rykke tilbage, og morænerne vil blive liggende som mærke.

Sexe iagttog morænen ved Bondhus-bræen, som skyver sig ned gjennem et trangt fjeldskar i retning mod nv. og nedenfor dette udbreder sig som en vifte. En vold af *grus* og *sten* lå opefter den sydvestre rand, en lignende mindre vold på den nordøstre side, medens foran bræens nedre ende lå *sand-* og *grushauge.* Justedalsbræerne har trukket sig tilbage og efterladt vidtstrakte moræner. Disse består af sand, større og mindre stene.

Skuringen af underlaget. Foruden ved at flytte klippeblokke og grus virker også is-bræen ved at skure med de i den indsatte stene på underlaget og siderne. Hvor dens ende er veget tilbage, sees mærker efter den — dels er fjeldoverfladen glattet og blankpoleret, dels er den ridset og furet med parallele sæt og striber — der hvor isen har skrabet og skuret over grunden. Man har iagttaget striber af 1 linies til 1 tommes bredde under nutidens bræer. Også selve stenene i bundmorænen har presset, skrabet og glattet på hverandre. De bære tydelige mærker derefter, så på en kant og så på en hel flade. Man bliver derved istand til at adskille disse småsten som *skursten* ifra almindelige rullesten.

157.



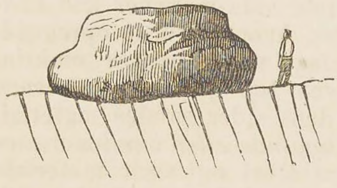
En bænk granit-klippe afrundet og glatslebet under istiden.

Tykkelsen af is-bræer går fra 100 ligetil 2000 fod. Der findes lande, som er ganske dækkede med uhyre indlandsis, som Grønland, Spitsbergen. De går der lige ned i havet og udsende gjennem sine isfjorde hele ladninger af isberge til videre drift i havet. Også vinteren kan ved sine almindelige forholde frembringe lignende flytning. *Forchhammer* omtaler, at et skib, som var sunket på Kjøbenhavs red 1801, optoges 1850 fyldt med sten.

De kolde polarstrømme føre år efter år fra Grønland ladninger af fremmed materiale, grus og blokke med sig på isbergene helt ned til de store banker ved New-Foundland, hvor de strande eller smelte ved mødet med den varmere havstrøm sydfra. Her må altså en mængde fremmed materiale opdynges på havbunden.

Vandre-blokke (erratiske blokke) kaldes større klippestykker, som vi finder liggende på fremmed grund, fordi de har „vandret". Vandringen kan tænkes at have foregået på 2 måder: enten bæres de på selve is-bræens ryg og bliver under afsmeltningen ofte liggende ganske yderligt på en top eller kant, eller de seile på isflag og kan da gjøre større vandringer.

158.



Vandre-blok (af granit) på fremmed grund af skråt stillede lag.

Bevægelsens hurtighed er forskjellig efter is-bræens mål, beliggenhed og heldning, også hurtigere ved den gletscher, der vinder over afsmeltningen, altså som rykker synligt frem i dalen, og ved en og samme gletscher hurtigere i midten end på siderne. Man angiver den til 25 fod årligt ved Grindelwald gletscher. De stiger, som *Saussure* 1788 havde ladet ligge ved Aiguillenoir under Montblanc kom 1822 til *mer de glace*, eller de havde i 44 år vandret 14500 fod. K. Steen-

strup målte [de geologiske undersøgelser i Grønland 1876] bevægelsens hastighed ved Igdlorssuit til i 24 timer 0ᵐ 5, i midten. Og ved Tessermiut i nærheden af Kap Farvel i midten 3ᵐ 7, nær randen henved 0ᵐ 5 i 24 timer. Men ved Kiagtut, hvor fortiden gletscherne var i tilbageskriden, var målet henimod midten 0ᵐ 2.

Sexe fandt bevægelsens hurtighed ved Buers-bræen at være noget over 6 fod i 3 uger, altså 3 til 4 tommer i døgnet. Mr. *Doughty* fandt 1864 ved 5 målinger bevægelsens hurtighed ved Justedals-bræerne at være fra 8 til 13 engl. tommer i 24 timer, og ved Lodalsbræen på en skråning af kun 6—7° også kun 2 til 3 engl. tommer i 24 timer.

Man må ikke sammenblande denne selve isbræens masses bevægelse, der uopholdelig sker fremad, med den tilsyneladende bevægelse, som isbræens ende har enten frem eller tilbage i dalen.

159.



Nigårds-bræen med dens ende-moræne. Justedalen.

Om Nigårds-bræens fremrykning i dalen (Melvirs-dalens bræ, prof. *Smith*) haves foruden sagn også bestemte efterretninger. I 1742 måtte på grund af indkomne klager fra opsidderne på Nigård en opmåling foretages af egnens embedsmænd. Disse fandt da, at bræens ende eller nederste kant lå 100 alen fra nærmeste gård. Årsdagen efter ved ny synsforretning lå allerede gårdens bygninger omstyrtede og knuste af den fremrykkede ismasse. Og året efter nærmede bræen sig til nabogården Bjorkhougen og skøv sig ud over dens ager og eng, således at denne gård senere kun blev en plads under Nygård. Fremrykningen holdt ved helt til 1748. Årene 1740—41 og 42 er kjendte under navnet grøn-årene, fordi kornet da ei blev modent. Siden 1748 har bræen trukket sig tilbage i dalen. (*Smith*). Nigårdsbræens nederste rand lå i 1812 876 fod over havet.

På disse måder, med sådane masser og i en sådan tid virker altså den i høie fjeldegne og under polare bredder udbredte uhyre masse is. Hvor vi finder de let kjendelige mærker på andre steder, der må vi antage, at den engang har virket. Den *skandinaviske halvø*, *Arran*, *Skotland*, en stor del af *Nordamerika* med *Kanada* var i den os allernærmest liggende geologiske periode dækket med landis. Tænkes kan det, at de udskibede grus og blokke til havet rundt omkring, således

som isbergene fra Vestgrønlands isfjorde drive ned Davis-strædet på polarstrømmen og derfra helt til New-Foundland, hvor de møde Golfstrømmens varme vande, smelte og må lade sin ladning af fremmed sten falde.

Morœne-mudderet. Enhver, der har seet den fra isbræen udstrømmende elv, ved, at vandet i denne er ganske blakket af det itu-slidte svævende dynd, som den fører med sig. Store masser af slam må, når vi betænker is-bræens tusindårige arbeide, udsendes på denne måde gjennem floderne, for at afleies, hvor vandene kommer til ro. Dette er morænemudderet, som altså er en dannelse i fjerntliggende lavvande, bækkener og bugter samtidig med landisens udbredelse i fjeldstrækninger. Også i dette øines altså et mer eller mindre tydeligt mærke om forsvundne tiders tilstand. Rhindalen er mellem Basel og Bonn fuld af et frugtbart, fint, kalkholdigt og sandigt ler — såkaldet „løss" — som er moræne-mudderet fra det gamle engang helt isdækkede Schweiz. I norden er over det sydlige Sverige og i en del af Norge meget udbredt et kalkholdigt ler, som ligger underst på den skurede fjeld-overflade, indeholder arktiske muslinger og er en lignende dannelse, mergel og mergel-ler.

Kemiske virkninger.

Også de *kemiske virkninger* udrette dels ødelæggelse og dels byggearbeide. Ødelæggende er alle de processer, som sammenfattes under navnet *forvitring*, det er de forandringer, som sker fra overfladen nedad under virkning af luft, væde, varme og kulde. Byggende er kildernes afsætninger. Men begge slags virkninger gribe i hverandre, thi hvad den kemiske proces opløser på et sted, udfælder den på et andet.

Nærmest ligger det her at betragte *kilderne* og det gjennem dybder filtrerende eller *dryppende vand.*

Rent er kun det kemisk rensede vand, således som det fåes ved destillation. Dette har ingen smag. Hvad der giver almindeligt vand smag er netop de i vandet opløste fremmede, altså vandet egentlig forurenende bestanddele. Kulsyre giver kilde- og brøndvand den friske smag. Vand kan nemlig opsuge indtil et med vandets eget rumfang lige rumfang kulsyregas under almindeligt luft-tryk, og under høiere tryk mere. Regnvandet har allerede indsuget kulsyre af luften, og når det finder nedgang f. ex. gjennem sandlag, kommer det altså kulsyreholdigt til det indre. Ligeledes kan vand opsuge surstof gjennem luften. Det er ved disse første midler, at den *dryppende* og listende *vanddråbe* virker kemisk på mineraler og bergarter. *Gustav Bischof* tager herfra udgangs-standpunktet for sine fast alt omfattende omvandlings-teorier.

Kulsyreholdigt vand opløser nemlig både kalk, jern og magnesia som dobbelt kulsure salte, kan altså virke på 3 af de i jordskorpen aller almindeligste baser. At kildevand og brøndvand indeholder snart kalk, snart jern, vil enhver have iagttaget. Vi kalde det første vand hårdt. Det andet har undertiden en tydelig blæk-smag. Ved kogning undviger den frie kulsyre, og såvel kalken som jernet må da udfældes

og synke tilbunds. Jernkilden røber sig derhos ved det røde eller brune okker, som afsættes om mundingen.

Især er vandets opløsende virkning på *kalksten* iøinefaldende. Overfladen af kalklag sees ofte tæret i påtagelig grad, huller og bugtede kanaler nedgå i dem. Ja elvene har ædt sig vei tværs igjennem dem på nogle steder. Således ved den bekjendte jordbro i Nordland og ved en lignende jordbro i Bæverdalen går elven under et hvælv af kalksten, idet den på et stykke forsvinder i dagen.

Drypsten-dannelser i huler er et iøinefaldende bevis for vandets kemiske virkninger.

Huler findes, hedder det, hyppigst i formationer, som føre stensalt, gips og anhydrit, kalksten. Idet et underjordisk vandløb eller vand-indsig vasker på stensalt, kan hulerum opstå f. ex. ved stensalt-grændsen hvor saltmassen omgiver sig med anhydrit. En del af vandet vil da også indsuges af anhydriten og forvandle den til gips. Hulen står da igjen med speilende gipsvægge (Senft).

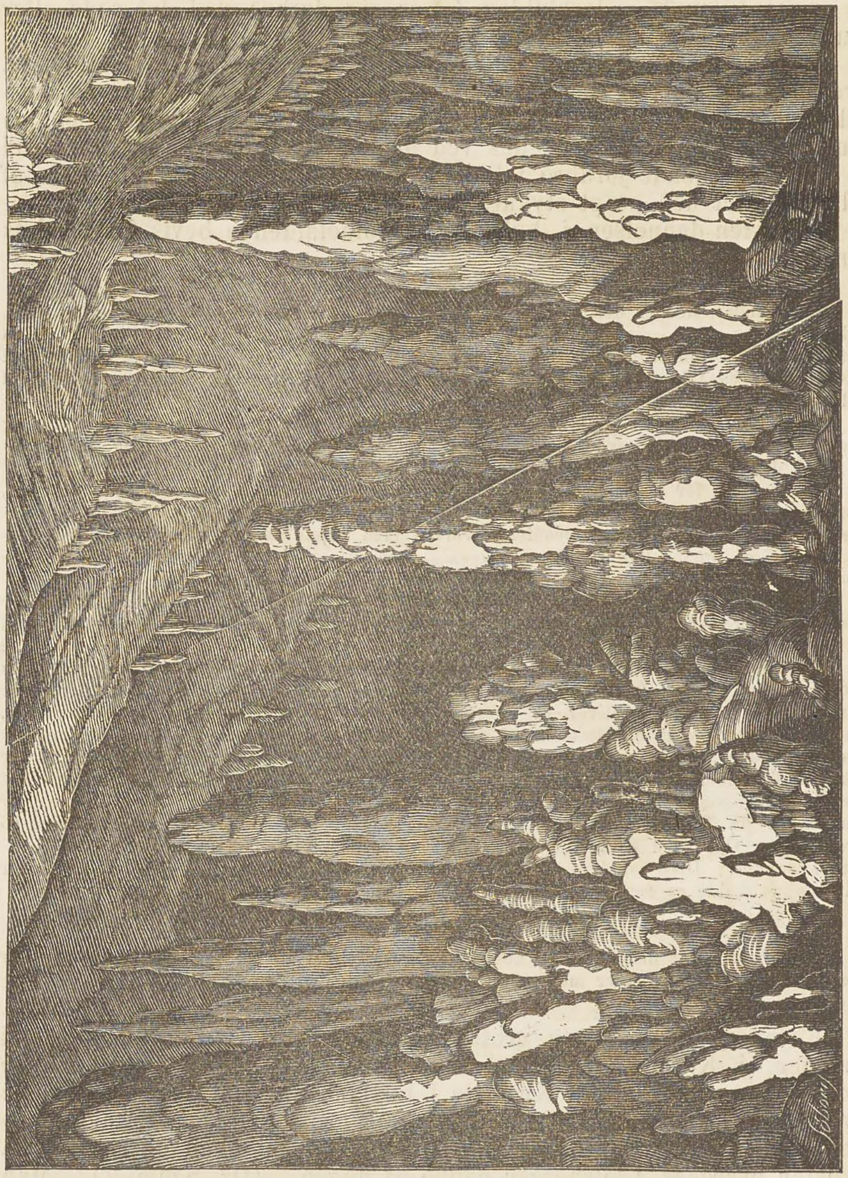
Men fremfor alt i *kalkfjeld* er de berømteste huler. Senft antager, at skovdække og vegetation oventil har forsynet i sin tid det nedløbende vand med kulsyre, og givet vandet altså den opløsende kraft til at bortføre kalken.

Til grundlag for huledannelsen måtte imidlertid et system af spalter ligge forhånden, gjennem hvilke vandet kunde arbeide. Der foreligger fortiden vistnok ganske få undersøgelser af huler med kart og profiler, hvorved man kunde sættes istand til at bedømme den andel, som oprindelige spalter, *forskyvninger* m. m. har i huledannelsen, og veie dette imod vandets andel i samme. Sålænge man holder fast *kun* ved, at huler ligge fortrinsvis i kalkfjeld, synes det så ligetil at vandet har været mesteren. Men H. Reusch viser i sine undersøgelser af mange huler i Norge, at de ligge i gneisen, og at hele sæt med sletter er det betingende for hulens form. Ved sugdraget fra havet i forskjellig stand fra den nuværende forklarer Reusch, hvorledes stykkerne toges ud, de lå jo forud ligesom færdige til at tages, afsnittede ved sletter. — Der gives dog endnu andre huler, hvor transport ved sugdraget bliver så enorm, at man vanskeligt kan tildele det skylden. Prof. Mohn har gjort opmærksom på mængden af det bortskaffede materiale i Torghattens hul. Man slipper ganske at gjøre regnskab for transporten, når man forestiller sig dette hul fremkommet ved en sænkning af hele partiet mellem begge hovedsletter, idet taget blev hængende igjen oventil. Hullet er da et dislokationshul. Prof. Mohn gjør opmærksom på Torghattens lighed med Kinnekloven, som gaber åben mellem sine to hovedvægge. Også ved Kinnekloven slipper man lettest, idet man forestiller sig mellemstykket sunket. Disse steders former er bekjendte af så mange fotografier, at vi her muligens gjenkalde os dem i erindringen ved billedet af et

H

I Torghatten har dislokationen nedad bevæget stykket under mellemstregen, og der er et hul. I Kinnekloven er mellemstregen selv bunden af den åbne kløft.

En af de vidtløftigste grotter er *Adelsbergs* — foruden flere i omegnen, i Krain. Jernbanen fører did fra Triest. Den berømte knokkel-førende hule ved Kirkdale i England er 200' lang og fattig på drypsten; i forhold til den er Adelsberger grotten gigantisk, men overgåes igjen af „mammuthulen" i Kentucky. I skjønhed og rigdom på drypsten overgåes Adelsberger neppe af nogen. (Dr. Schmidt). Man har regnet længden til 2½ geogr. mile. Den består af flere dele, Poikhulen, hvori floden Poik forsvinder, den gamle grotte, keiser Ferdinands grotte, erkehertug Johans. Den næst sidst nævnte består af to dele, den fremre grotte, et galleri 30 fod bredt, 30 høit; den indre grotte med bredde 35, høide af indtil 180. En har foreslået at måle høiden i så uhyre hvælv ved at lade en liden ballon opstige med snor (det bekjendte legetøi). Dr. Schmidts bog om Adelsberger grotten ledsages af situationskart, rids af grottens indgang, tegninger o. s. v.



Adelsberger grotten Mailand domen efter dr. Schmidt.

Kartet viser den forsvindende Poik, dens underjordiske løb, dens udtræden igjen (under navn af Unz) foruden en mængde forsvindende bække, tragtformede huller (doliner), sprækker, afgrunde.

Guido Stache giver — i den østerrigske geologiske undersøgelse — beskrivelse af kyststrækningen i Under-Krain og Istrien. De vilde kalkklipper her, „die Karste", forme en randkjæde, denne bliver tværskåret i uregelmæssige mellemrum af 15 kjædelformede dale. Ved disse sæk-



Adelsberger grotten den gotiske hal efter dr. Schmidt.
Erkehertug Johans grotte

kedale (Guido Stache) altså, eller tværskår findes inderst i sækkebunden huller eller spalter i kalkgrunden; elv og bæk styrter der ind og forsvinder. En mølle sees ofte lige ved sugehullet, så kaldes stedet, hvor bækken forsvinder. Adelsberg-kjædeldal er en lignende.

I drypstenklædningen overveier stalagmitformen aldeles (se Mailand-domen). De mange irgange, gallerier, er ikke altid fortløbende,



Lueg grotterne i gjennemsnit og grundrids. Den store grotte g ender ved e. Stiger føre op til det øvre stokværk, en skrå nedgang fører til det undre stokværk. b er Burggrotten hvori Erasmus Luegers borg. l Lokvahulen. efter J. Rudolf.

men der er mellempartier, ligesom forhæng, hvilke afdele dem i kammere, og disse forhæng nå ofte næsten tæt til bunden. Forhænget selv (se den gotiske hal) fremkommer ved drypsten, der gjennem sprække ovenfra med gjennemsivende vand sænke sig ned tværs over kammeret eller galleriet. Nogle af disse irgange have selv sine vandløb, andre er tørre. Drypningen er forstørstedelen ophørt.

Nær ved Adelsberggrotten findes *Lueggrotterne*, disse har 5 mun-

dinger i forskjellige høider i en kalkstensvæg. Slot Lueg er bygget op ved en af dem som et svalerede. I den nederste forsvinder bækken Lueg. En høiere liggende kaldes den store grotte; denne har arme, grene, kamre i forskjellige retninger og i forskjellige nivåer. Inderst er der en skråt opgående kløft, hvorfra stærk luftstrøm falder ind.

Beskrivelse af grotter som disse ligne hverandre meget: gallerier, forhæng, kamre, underjordiske vandløb — også nedstyrtning fra taget, ulykker, sagn om folk som har forvildet sig i irgangene. Mest spændende følge vi vel undersøgelsen der, hvor levninger fra forverdenens liv er gjemt under stalagmitskorpen. I Adelsberg grotten har man ikke søgt efter knokler siden 1821. Man fandt da under sinter-skorpen knokler af hulebjørn, de lå „som i en glaseret potte".

Vi betragtede her et exempel fra huleverdenen ikke fordi vi kunde tyde selve hulens fremkomst, men tvertom fordi vi søgte at stille os dens tillukning med drypsten tydelig.

Et af de skjønneste exempler haves fra de af danskeren *Lund* i Brasilien undersøgte „knokkel-huler", nemlig fra *Lappa nova de Maquiné.* Denne danner et lige indgående galleri af 1440 fods længde, 30—40 høide, 50—60 bredde. Fra taget hænger kalk-drypstene ned som tapper, på gulvet er udbredt en skorpe af stalagmit. Eller gulvdrypstenen har voxet op til svære kegler og søiler, sammensluttende med tagets, og den lange hule er derved delt i flere sale af forunderlig skjønhed.

Lund opstiller som almindelige love for gulv-drypstenen: *A)* at den forløbne tid i almindelighed må finde sit mål i dens tykkelse, men *B)* at jo større og flere kegler der findes opvoxede fra gulvet, desto mindre var hurtigheden af drypningen. Thi den faldende dråbe må have tid til at fordunste og afsætte sin kalk før den næste dråbe. Ved langsom drypning altså tiltager keglerne i størrelse med tiden. Store stalagmitmasser mærke en lang tid. Men tiltager drypningen i hurtighed, da vil vandet også hurtigt løbe af den glatte kegle; der vil finde liden tilvæxt sted. Og tiltager den endnu mere i hurtighed, da vil keglen selv udhules fra toppen af.

Hvor vigtig anvendelsen af disse simple love bliver for tydningen af sådane hulers øvrige indhold, indsees af det følgende (se under den efter-tertiære periode).

Feldspat er et særdeles udbredt mineral. Kulsyreholdigt vand angriber også feldspat, virker opløsende på dens alkalier, dens kalk og jern. Og når vandet har optaget kulsurt alkali, er det også skikket til at opløse en liden del kiselsyre.

På den forvitrede dagflade af granit, syenit, porfyr tegner sig derfor feldspaten ofte med blegere farve. Den er angrebet og har leveret dele af sit indhold til vanddråben, som listede forbi i den fine ridse.

Man deler *kilderne* i kolde og varme. *Ægte varm* eller en terme er enhver kilde, hvis temperatur til enhver tid overstiger jordbundens middeltemperatur, der hvor den udspringer. Den opløsende evne, som allerede koldt kildevand eier, øges betydeligt med varmegraden. Større og større varme får kildevandet ved på sin vei at synke dybere og dybere ned i jordskorpen.

Dernæst deler man kilderne i almindelige og *mineralkilderne.* Ved

de sidste forståes sådane, som er fortrinsvis rige på opløste bestanddele, og som da også fortrinsvis eier visse lægende egenskaber. Stærke mineralkilder er gjerne tillige varme og kommer fra et stort dyb. Efter de bestanddele, som overveier eller på anden måde udhæver sig i sammensætningen, deler man kilderne i 1) *surbrønde* med fri kulsyre; 2) *alkaliske* surbrønde, som tillige føre alkalier; 3) stålvande eller *jernvande* med kulsurt jernoxydul. Alle disse 3 slags falde igjen tildels sammen, da de kan indeholde alt dette tilsammen; 4) *bittervande* med svovlsur magnesia, svovlsurt natron; 5) *svovlvande* med svovlvandstof og svovllevre; 6) *saltkilder*, som har udludet saltholdige lag o. s. v.

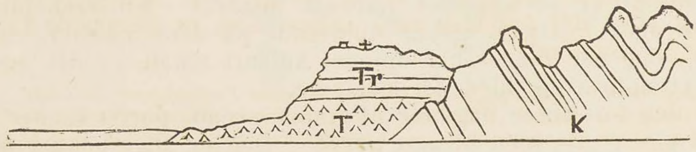
Kildernes afsætninger. Hvor opløsningsmiddelet fordunster, må kilden afsætte sit fremmede indhold. De almindelige afsætninger af kilder er især 3 slags:

1) *Okkerlag*, ofte i betydelig mængde, og såvel af kolde som af varme vande. Det opløste kulsure jernoxydul oxyderer sig under afsætningen til oxydhydrat eller okker. Selv de jernrigeste kilder indeholder kun en ubetydelig mængde jern i forhold til vandmængden. Først gjennem lang tid kan derfor betydelige okkerlag afsættes. Og de øvrige metaller, som man i den nyere tid har påvist her, er igjen tilstede som brøkdele i forhold til jernet. I okkerlag har man fundet foruden jern især kobber, arsen, bly, tin, antimon o. fl. Disse metaller er ligesom jernet utvivlsomme udludningsprodukter af bergarter og mineraler, som har ligget i vandets underjordiske vei, udsat for dets angreb.

2) *Kalk* og *gips*. Således som saltkilden kommer fra saltholdige lag, kommer fra kalklag vanddråben kalkholdig ud; drypstenene i kalkhulerne vidne; og fra gipslagene kommer den gipsholdig ud. Men de største afsætninger af kalk forekommer kun ved varme kilder, og er bekjendt under navn af kalksinter, travertin.

Travertin-dannelsen ved *San Vignone*, San Filippo o. fl. st. i Italien. Her udspringe af Apenninernes kalkstene og skifere varme kilder, som indeholder en stor del kulsur kalk opløst ved siden af gips og svovlsur magnesia. I tidens løb har de afsat en mængde af sin kulsure kalk til en fast sten, travertin, som ved San Filippo danner et lidet berg af 250 fods høide over en grundflade af omtrent ½ engl. □ mil. Afsætningen foregår så

160.



Travertin ved Tivoli, nær Rom.

raskt, at man i 4 måneder har et lag af 1 tommes tykkelse. Fig. 160 viser Travertinberget (*Tr.*), hvorpå Tivoli er bygget. *T* er vulkansk tuf, *K* er kalkstene i Apenninranden. Tilvenstre udbreder sig den romerske slette (Kampagna).

Kilderne i *Karlsbad* (Bøhmen). Den stærkeste af disse kilder, *Sprudelen* indeholder en mængde svovlsure og kulsure salte af natron, kalk, magnesia, kali, jern, foruden betydelig mængde kogsalt. Temperaturen er meget høi + 73.6° *C.* Den kaster vandet op 40—60 gange i minutet nogle fod høit. Sprudelen afsætter en fast sten, der dels har en

strålig struktur, dels er rognsten eller „ertesten", og som består af jernholdig aragonit (pag. 37). Nedslaget er så rigt, at man i kort tid kan få kunstige fossiler ved at lægge ting som for exempel blomsterbuketter i vandets vei. De omhylles med „sprudelstenen".

3) *Kiselsinter* og *halvopal.* På samme vis afsætter andre kilder kisel i forskjellige dannelser. De arbeide med opløste kulsure alkalier og med høi temperatur i vulkanske egne. Der hvor en sådan kilde træder ud i dagen, omgiver den sin munding med en skorpe og bygger sig således efterhånden et rør op. På Island findes mange slags. De bygge sig rør og kummer, nogle af dem er springende enten bestandigt som *Skribla*, eller med mellemtider som *Geisir*-kilderne, eller de hvile og dampe som de gamle *laug*.

De længst berømte Islands kilder overtræffes endnu i mål og vidunder af *Yellowstone*-dalens i Nordamerika. Et stort rum er her udlagt til en „national park", hvor intet må røres af ødelæggende turister. Også på Ny-Zealand er lignende, nys berømte springende kilder.

Man kan sige: det i selve stenmassen dryppende vand og med det kilderne virker synligt især på kemisk måde, medens flodvandet virker synligt især på mekanisk. Men flodvandet bærer også opløste emner med sig. Efter at kilderne har afsat sit væsentligste indhold allerede hvor de første gang kommer i dagen, går de med resten i floderne, og med floderne i havet. Dette bliver derfor den store beholder for de uafladelig tilførte mindste mængder af opløste emner. Men på deres ofte lange vei til havet lider også de svævende dele i floderne forandring. Vi vælger blot et exempel.

Granit giver ved jævnlægning, forvitring o. s. v. materiale til sand af sin kvarts, til lerslam af sin feldspat, medens glimmeren opslides til ganske tynde skjæl, som gjenfindes dels i sandet, dels i lerslammet. Således kan under vandenes mekaniske behandling af granit fremstå 2 andre bergslag nemlig 1) sand eller sandsten med glimmerblade og 2) ler eller lerskifer med fine glimmerskjæl. Men det sidste materiale kommer ikke ganske uforandret til havet. Smådelene på deres lange vei slides ikke blot og afrundes, men formedelst deres fine fordeling udtrækkes også bestanddele, navnlig natron. Natronmængden i lerskifer er væsentlig mindre end i granit. Således bliver graniten under ødelæggelsen behandlet både på mekanisk og kemisk vis.

Havet er altså det store oplagssted, som modtager alle rindende vande og med dem alle deres endnu opløste bestanddele. Hvorledes holder altså havet sig rent? Hvilke er de love, som forhindre, at det ikke lidt efter lidt opfyldes med emner, som er fremmede for søvandets sammensætning?

Middelstyrken ɔ: *saltmængden af havvand* er efter *Forchhammer* 34.4 dele i 1000 dele vand. Undtagelser danner sådane have, hvor vandet er stærkt opblandet med ferskvand fra floderne, såsom Østersøen med 4.4, Kattegat med 15.1, sorte hav med 17.8, eller sådane have, hvor salt på grund af stærk fordampning og afsondret beliggenhed, som middelhavet 37.4, må samles.

Bestanddelenes almindeligste fordeling i *Oceanet* er:

Klor-natrium eller kjøkkensalt, pag. 19	27.4
Klor-magnesium	3.2
Svovlsur magnesia eller bittersalt	2
Svovlsur kalk eller gips, pag. 38	1.3
Klor-kalium	0.4

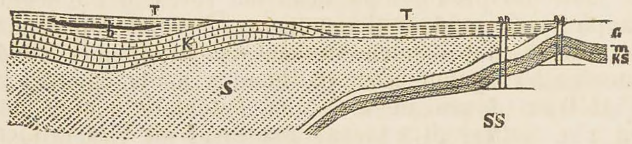
Af de øvrige bestanddele, som *Forchhammer* har påvist i søvandet, er måske jern, fosforsyre og fluor de mærkeligste.

Sammenlignes hermed *bestanddelene i flodvandet*, som for exempel Rhinens, så udgjør de vistnok kun tilsammen 0.17 dele i 1000 dele vand; men bestanddelenes fordeling er her en ganske anden:

Kulsur kalk	0.127	eller i forhold som	8.5
Kulsur magnesia	0.013	—	0.9
Svovlsur kalk	0.015	—	1
Svovlsur magnesia	0.003		
Kiselsyre	0.002		
Svovlsur natron	0.001		
Klor-natrium	0,001		

Når havvand indkoges, bliver salt tilbage. Havvandets sammensætning er derfor lærerig for os også med blikket mod stensaltets dannelse. Afsperrede dele af oceanet måtte kunne give stensalt.

161.



Stensalt-massen ved Stassfurt.

T tertiære lag med *b* brunkul, derunder muslingkalk *K*, broget sandsten *S*, gips *G*, mergel *m*, kalisalte *KS* og stensalt *SS*. Længden af snittet er omtrent $2\frac{1}{2}$ geogr. mile.

Stensalt forekommer især i den permiske formation, således ved Stassfurt og fl. st. i Nordtydskland, videre i trias, således i de saltrige lande Baden og Würtemberg, samt i tertiære lag, således ved det berømte saltbergværk Wieliczka. Ved Pyrenæernes sydrand ligger 500' høit ved *Cardona* stensalt som et berg lige i dagen i nummulitkalken. Stensaltets hovedbestanddel er kjøkkensalt, dernæst indeholder det selv også små mængder af klor-magnesium, bittersalt og gips. Videre ledsages stensalt-masserne på leiestederne af betydelige gipslag. Nu er jo dette altsammen havvandets vigtigste bestanddele. Det ligger altså ganske nær at tænke sig stensaltnedlagene fremkomne ved en fordunstning af havvand. Når vi afdampe havvand, vil saltet samle sig mer og mer, indtil ikke alle emnerne længer kan holde sig opløst. *Først* vil da gipsen udskilles, *langt senere* kjøkkensaltet medens klor-magnesium vil holde sig længst opløst. For hver gang altså gips ligger under stensaltet er alt som det bør være. Når gipsen findes også over stensaltet kan det tænkes, at en ny fordampningsperiode, som begyndte, afbrødes således at kun gipsen udfældtes, men endnu ikke stensalt.

162.



Torne-sten gjennemskåret.

Herpå grunder sig den såkaldte „*gradering*" i saltværkerne. Den har ofte været anvendt såvel hvor man vinder saltet af dybtliggende opborede kilder fra salt-nedlagene, som hvor man vinder saltet simpelt af havvandet. Den består deri, at saltvandet pumpes op for at ledes gjennem render, hvorfra det dryppper langsomt over limer, tillavede af passende kvist. Under drypningen må en del af emnerne udskilles under vandets fordunstning, og salt-mængden forstærkes alt i det tilovers-blivende, som opsamles til indkogning. Det, som afsætter sig på (torne) kvisterne, kaldes torne-sten. Her et billede af en gjennemskåret torne-sten. Kvisten omhylles lidt efter lidt tykkere med lag af grålighvid sten. Gipsen må udskilles, idet en del af dens opløsningsmiddel fordamper. Med den må også kulsur kalk

og jernoxyd udskilles, idet den overflødige kulsyre bortviger. Dannelsen foregår voxende indenfra kvisten udad — altså ganske i modsat retning af dannelsen i mandelstenens blærerum (se pag. 72), med hvilken den forresten har lighed.

Når 37 pct. af vandet afdampes, vil allerede gips udskilles, hvorimod 93 pct. skal til, inden kjøkkensaltet udskilles. Vi kan forstå deraf, hvorfor gipsnedlagene må være så betydelige ved saltforekomster, der har denne oprindelse. Vi kan også hente vink fra nogle af nutidens have. Saltmængden er usædvanlig i *Middelhavet* og det *røde hav*, fordi de tabe mere vand ved fordunstning end de vinde ved tilløb. Stærk overfladisk strøm i stræderne, som forbinde disse have med oceanet, må derfor til for at jævne deres overflade med oceanets. Men skulde sammenhængen ophæves, da måtte tilsidst en mættet opløsning opstå, og derefter vilde salt fældes på bunden. I den *Store Saltsø* i Nordamerika har vi måske et sådant exempel. Denne indeholder en næsten ren kogsalt-opløsning, hvoraf endnu intet er nedslået. Dens omgivelser har været under hav i den tertiære tid.

Uhyre tidsrum synes at måtte til for at dele af oceanet kunde afdampe og give saa mægtige stensaltmasser, som dem vi kjende. Men naar man spørger efter årsagen til afsperringen og fordampningen henvises vi mer end etsteds til vulkanske kræfter, og det lader sig neppe gjøre at udregne noget bestemt tidsmål. Vulkanerne give også nutildags små mængder af stensalt.

Havet indeholder altså især kjøkkensalt, så bittersalte og dernæst gips i forhold som 21: 4: 1. Flodvand derimod indeholder især kulsur kalk, dernæst gips, magnesia (og de øvrige bestanddele i forsvindende mængder) i forholdet 8.5: 1: 0.9. Da floderne uafladelig føre kalk til havet, skulde vi vente også at finde en væsentlig kalkmængde i havvandet. Dette er ikke tilfældet. Havvandet indeholder i forhold til sine øvrige bestanddele kun en forsvindende mængde kalk, kun omtrent 1 del kulsur kalk i 10,000 dele vand. Heller ikke kan vi tænke os, at kalken bundfældes ligefrem og således forsvinder af havvandet. Thi man kan afdampe hele 17 pct. af havvand uden at det bliver uklart, og endnu meget mere, indtil $\frac{17}{18}$ dele, inden den frie kulsyre, som holder kalken opløst, fordunster, og kalken altså *må* bundfældes (*Bischof*). Mængden af opsuget luft og kulsyre stiger også i havet med dybet, og havvandets evne til selv at opløse kalksten i dybet måtte tages med i betragtningen. Og dog er der kun $\frac{1}{10000}$ kalk i havvandet, medens det *kunde* opløse $\frac{1}{1000}$. Der må en anden kraft til for at udfælde kalken.

Processer, som indledes ved dyr- og plante-livets hjælp, skiller kalken ud og renser havet. Talrige bløddyr afsætte kulsur kalk dels til et ydre, dels til et indre kalkskelet. Også søplanter deltage i denne udfældningsproces. Vi føres således fra de rent kemiske virkninger til de, der foregå ved dyr- og plante-livet.

Dyr- og plante-livets virksomhed.

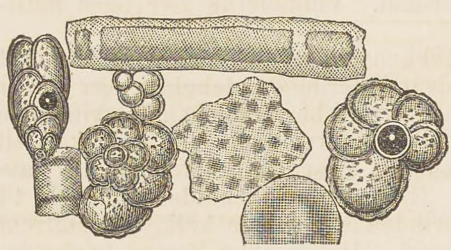
Såvel det levende og *selv* virkende liv, som det døde og opløsningen hjemfaldne spiller en stor rolle i fjeldlæren.

Om *det levende liv* gjælder det, at de lavest stående dyrformer udrette det største arbeide. Bløddyr, stråledyr, rizopoder, svampe og diatomaceer virke til storartede kalk og kisel-udfældninger.

Vi så før, at en stor mængde kalk og forholdsvis en mindre mængde kiselsyre uafladelig udføres i havet, uden at de dog komme ind i havvandets sammensætning. *Kalken udfældes* ved bløddyr, stråledyr og rizopoder, *kiselsyren* ved svampe og diatomaceer. Disse stoffe anvendes snart til en ydre beklædning, skallet hos bløddyrene, snart til et indre skelet som kalk-stokken hos stråledyrene.

Kalkens udfældning. Det er rimeligt, at denne foregår ved hjælp af den i havvandet tilstedeværende svovlsure kalk. Hine lavere dyrformer udsvede under livsprocessen kulsur ammoniak, og dette omsætter sig til fast kulsur kalk samt svovlsur ammoniak i opløsning. Svovlsyren må da igjen ved andre omsætninger binde sig til en ny mængde kalk af den gjennem floderne tilførte kulsure kalk. Og således kan disse dannelser forsættes i evigt kredsløb. (*Forchhammer*). Størsteparten af de i formationerne forekommende kalkstene indeholder havslevninger og er dannede på denne måde. *Kridt* består for en stor del af mikroskopiske kalkskaller af rizopoder. Kridt er støvagtig kornet. Såfremt man tager lidt kridtstøv på en knivspids, udrører det forsigtigt i nogle dråber vand og bringer det under mikroskopet, får man undertiden disse former at se. *Muslingkalksten*, *koralkalksten* og *enkrinitkalksten* indeholder ofte utallige synlige rester. Nær kysterne og på lidet dyb kan bølgerne virke på sådane rester, slide dem itu til et kalkslam eller blande dem med lerslam. Således dannes *almindelige kalksten*. Men i det dybe ocean er rizopoderester det eneste og væsentlige materiale.

163.



Kalkskaller i kridt, × 300. *Ehrenberg*.

I anledning af telegraf-liniens undersøgelse opdagedes, at det nordatlantiske havs bund er dækket med kalkmudder, hvori man har fundet 85 pct. af disse kalkskaller især af slægten globigerina. Under den svenske expedition til Spitsbergen optoges ligeledes prøver fra meget store dyb 6000 til 8000 fod. Bunden fandtes bestående af en fin, fed, brunlig eller grå masse, rig på skaller af diatomaceer og rizopoder.

Koral-øer og *koral-rev* findes i stor mængde i det stille ocean, langs nordostkysten af Australia, ved Floridas kyst, i Vest- og Ostindien o. s. v. De betingelser, under hvilke de bygges, er: 1) en middeltemperatur af havvandet omkring + 20° C; 2) i klart vand og på klippegrund.

Koral-øens mest udmærkede form er ring-øen eller Atollen, som danner en uregelmæssig bugtet ring af ganske lavt land, der ligesom svømmer på oceanet og som selv omslutter en rolig bugt „lagunen“. Koral-revet ligger i eller under vandskorpen langs fastland eller ø i større eller mindre afstand. Det kan have forskjellig form, enten en langstrakt eller en omkredsende, det kan være ganske skjult eller „undersøisk,“ eller det kan være synligt „kyst-revet.“

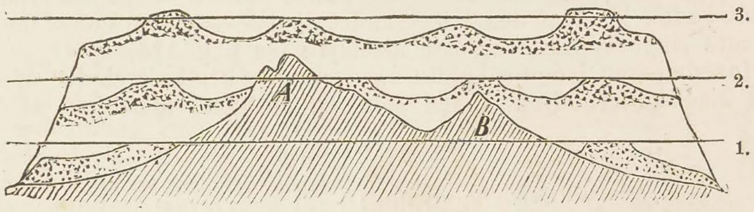
Koralkalkstenen, som her dannes, består dels 1) af tydelige koralstokke, således som de groede, hob på hob, og med mellemrummene fyldte med koral-sand, skjæl o. s. v., dels 2) af et konglomerat opstået ved itubrækning af førstnævnte slags, eller 3) en oolit, eller 4) en finkornig til tæt, klingende kalksten med musligt brud og kun sjelden med et fragment af en koral (*Dana*).

De almindeligste klippebyggende koraller er madrepora, pocillopora, porites, astræa, mæandrina samt nogle andre, såsom millepora, fungia, nullipora. I masser bygge disse på et bælte fra lavvande til 100 fod derunder. Der findes, som nu bekjendt, også koraller på meget større dyb, men deres masse er aldeles forsvindende imod de egentlige klippebyggeres.

Koralklipperne kan altså ingenlunde voxe op fra selve bunden af oceanets dyb. Tvertom har man med *Darwin* antaget, at denne bund synker for at koralbanken kan voxe.

Darwins bekjendte forklaring for de forskjellige koralklippers hovedformer: det undersøiske rev, kyst-revet og ring-øen, er i korthed følgende:

164.



Koral-revets væxt indtil den danner ring-ø.

A B forestiller toppen af et opstikkende berg eller land over havets stand, angivet ved linien 1.

Hvis de øvrige betingelser her er tilstede, vil korallerne bygge omkring langs bredderne (de punkterede partier) og der danne først undersøiske rev og senere kyst-rev.

Forandres nu havstanden sagte og umærkeligt til linien 2, vil koraldyrene kunne bygge efter, som tegningen viser. I dette tilfælde vil koralbankerne danne rev, der omkredse toppen af fjeldet *A*. Og således fremdeles til havstanden 3, hvorved toppen af det oprindelige fjeld *A* og *B* er forsvundet og kystrevet slutter sig sammen rundt omkring hint nu forsvundne fjeld til en ring, som rager op over havfladen. De første undersøiske koralrev lige ved kysten gjennemløbe således (i en meget lang tid) alle trin indtil de danne en ring-ø Hvorledes det golde rev bliver til en beboet ø skildres således (*Chamisso*): når revet har nået en sådan høide, at det lægges tørt ved lavvande, ophøre korallerne at bygge. Solheden gjennemtrænger da den dannede stenmasse, hver gang den lægges tør, således at den revner, og bølgerne får derved magt til at løsne og løfte blokke af koralkalk, ofte 6 fod lange samt 3 til 4 fod tykke, og kaste dem op på revet. Således bliver ryggen tilsidst så høi, at den kun bedækkes ved vintertid og springtid. Derefter ligger kalk-sandet roligt og afgiver en jordbund for det frø af træer og planter, som bølgerne kaste på. Hele træstammer drive derhen fra fjerne landes flodmundinger, med disse bringes adskillige små dyr, såsom insekter og firben Endnu før træerne danne skov, komme søfuglene, dernæst landfugle i buskene, tilsidst når værket er fuldendt kommer mennesket for at bygge sin hytte på den frugtbare jordbund.

En enkelt almindelig madrepora kan voxe 1 til $1\frac{1}{2}$ engl. tomme i 1 år. Ved at tage alle omstændigheder med i betragtning har man anslået væxten over en hel koralklippes grund til $\frac{1}{8}$ tomme i høide i 1 år. Der er koralklipper af indtil 2000 fods tykkelse og mere (*Dana*).

Koralklippers væxt. Man vilde med de af *Dana* opgivne tal få ud en uhyre lang tid for koralklippernes dannelse ved Florida. Men man må her vel betænke, at koralbankens væxt åbenbart, foruden afhængende af andre årsager som temperatur, kalkmængde i havet,

klart vand o. s. v., står i forhold til grundens sænkning. Sker ingen sænkning, da vil korallerne ophøre at bygge. Går sænkningen langsomt for sig, da vil korallerne nødes til at bygge langsomt. Sker den derimod hurtigere, da er der fra denne side intet i veien for at koralklippen hurtigt kan bygges op, og såfremt forøvrigt gunstige betingelser skulde være tilstede, er det ikke usandsynligt at antage, at byggeværket da også foregår hurtigt.

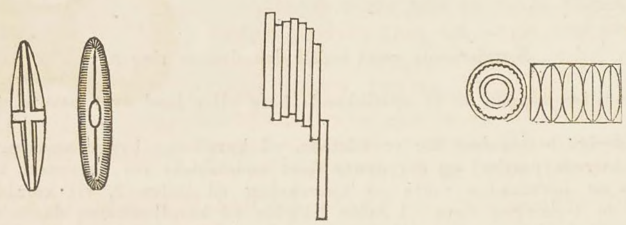
Vi høre således om klittaget (*arundo arenaria*), at den kun vegeterer, når ingen sandflugt er tilstede, men at den, hvor sandflugten giver klitten væxt, netop trives ligesom anstrengende sig for at følge efter, og at den da når dimensioner, hvorom man ingen anelse skulde have ved betragtning af de rolige tider (*C Andresen*).

Heller ikke mangle exempler på en hurtigere væxt. Medens vi således høre, at et skibsanker, som optoges efterat have ligget 50 år under 7 favne vand ved en ø i Sydhavet, havde beholdt sin form og kun besad en skorpe af koraller, høre vi, at *Dr. Allan* på kysten af Madagaskar har søgt beviser for, at en koral kan voxe til en tykkelse af 3 fod i $\frac{1}{2}$ år, og at en liden ø blandt Malediverne, som før bar kokostræer, men som var blevet vadsket væk af havet, fandtes som et skjær ganske bedækket og overgroet med koraller nogle år bagefter.

Også *kiselsyre* udfældes på samme vis. I kridtfjeld er knoller og undertiden hele lag af *flint* hyppige. Men flinten består for en stor del af småpigge af svampe samt af skaller af diatomaceer, dele-alger (botanikerne anser dem for planter, zoologerne for lavtstående dyr, bacillarier eller stavdyr). Fra dybet af havet ved Kamschatka er taget prøver op, fulde af diatomaceernes kiselskaller. Organismerne har udfældt sådan kisel af den i havvandet tilstedeværende og ved floderne didbragte ringe mængde opløste kiselsyre (se pag. 116).

Hovedmassen i den såkaldte *infusorie-jord* består ligeledes af dele-algers kiselskaller. Den findes som en nutidens afsætning af visse

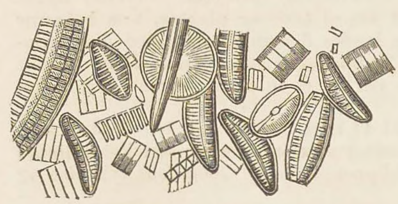
165 *a.* *b.* *c.*



Dele-alger i stærk forstørrelse. *a* navikula, *b* bacillaria og *c* gaillonella.

myrvande, ofte i betydelig masse. Således f. ex. fra Ny-Skotland en hvid og ganske løs jord, som viser skinnende småpunkter i solen. En knivspids fuld af sådan jord, udrørt i vand, viser under et almindeligt mikroskop nogle af disse former, f. ex. af slægterne bacillaria, navikula, gaillonella. Også i ældre lignende dannelser, såsom polerskifer, er slige former hovedmassen.

166.



Kiselskaller i polerskifer, 300 gange forstørret. *Ehrenberg.*

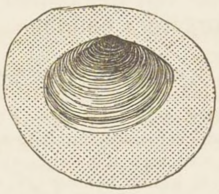
På Jederen ved Grudevand findes betydelige masser af infusorie-jord, „kridt-lere" (Jederen), „hvit-lera" (Sverige). Ved lav vandstand i Mandalselven er iagttaget, at stenene er overdragne med et fint hvidt mel, som er infusorie-jord (*C. Boeck*).

Også *jernokker* kan udfældes som

myrmalm på lignende måde. Slægten gaillonella, som har jernholdigt kiselskal, er nemlig særdeles hyppig at se i jernvande.

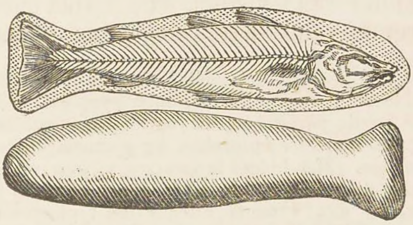
Men i lige stort mål virker kan hænde, også det døde dyr- og planteliv *under stoffernes opløsning*. Ved de dyriske bløde deles forrådnelse må fremdeles kulsur ammoniak udvikles, og altså kalksten fældes. Derved kan for exempel *kalk-* og *mergelboller* opstå i de forskjellige former omkring et rådnende fossil, hvoraf vi så tidt finder spor, når vi slår bollen itu. Lerskifer, ja selv ler med kalkboller er hyppig i alle marine formationer, og intet er hyppigere end at finde skallet af et bløddyr, et krebsdyr, eller skelettet af en fisk indeni.

167.



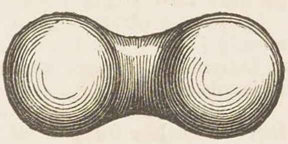
Overskåret mergelbolle med skal af tellina. $\frac{1}{2}$.

168.



Overskåret mergelbolle med fiskeskelet. $\frac{1}{3}$.

168 bis.



Exempel på marlekes form, såkaldet brillesten. $\frac{1}{2}$.

Mange „marleker“ er uden tvivl fremkomne således. Der gives vistnok også marleker uden noget spor af iliggende fossiler.

Videre virker dyr- og plantelivets opløsning som en stor surstof-slugende (*desoxyderende*) *proces*. Rådnende emner under vand udvikler en række af gasarter, hvis endeprodukt er kulsyre. Til dennes dannelse tages kulstoffet af emnet selv, men surstoffet for en stor del af det omliggende. Alt hvad der kan fremskaffe surstof til dannelsen af denne gasart, må derfor bidrage med en del af sit surstof. Jernoxyd og jernoxyd-hydrat vil blive forvandlet til jernoxydul, svovlsure jernoxyder til svovljern (eller svovlkis). To udbredte dannelser forklares tildels på denne måde, nemlig myrmalmen og lerjernsten samt og svovlkis.

Myrmalm. Rådnende plante-emne giver kulsyre og kildesyre. Begge opløse jernoxydul. Men det kulsure jernoxydul, som derved kommer i opløsning, optager igjen i vandets overflade surstof, bliver til jernoxyd-hydrat, som kan, sunket tilbunds, afsætte sig i fast form til myrmalm. Dette foregår i ferskvand.

Der kan neppe være tvivl om, at myrmalmens dannelse også foregår som ovenfor nævnt ved visse dele-alger, som behøve jern-emnet for sin væxt — gaillonella.

Svovlkis. Tangarternes aske indeholder en betydelig mængde svovlsure salte, hvilke de under væxten bemægtigede sig af havvandet. Hele 1—3 pct. af asken er svovlsyre, forbunden dels med alkalier, dels med kalk. Når disse, i havet i uhyre mængde tilstedeværende, planterester (der gives hele strækninger af havet, som er bedækkede med

tang) rådne, desoxyderes først de svovlsure salte til svovlforbindelser, dernæst udvikle de, i berørelse med kulsyre af den rådnende tang, svovlvandstof. Lugten af denne gasart er kjendelig nok på alle tangstrøede kyster. Men kommer svovlvandstof i berørelse med jernoxyd i slammet på havbredden, må svovljern eller svovlkis dannes. Lerskifere med tangrester eller rester af bryozoer samt fulde af svovlkis er hyppige. Og lignende oprindelse har den svovlkis, der så ofte fylder det *indvendige af fossiler*.

Dog må mærkes, at *ikke al svovlkis* behøver at have just denne samme oprindelse. De vulkanske eftervirkninger vidne her ligesom ved stensaltet noksom imod.

Fosforsyrens kredsløb i naturen. Fosforsur kalk er opløselig i kulsyreholdigt vand, vistnok kun i små mængder, med ved det vedholdende nedsivende vand sættes dog store mængder fosforsyre i omløb.

Det almindeligst udbredte fosforsure oprindelige mineral er apatit. Dette forekommer vel sjeldnere i større nedlag, men hyppigst findes det fint indsprengt i bergarterne, således er apatit påvist i granit og andre krystallinske bergarter, selv i lava. — Fosforsur kalk kommer altså i opløsning, og gjennem opløsningen kommer fosforsyren langsomt ind i jordbunden. Her bindes fosforsyren af jernoxyd og lerjord, som med den danne end mere uopløselig salte. Men planterne synes gjennem sine rødder at kunne bemægtige sig fosforsyren, og den kommer således ind i planteverdenen. Nogle planter indeholde endog fosforsyre i betydeligere mængde. Navnlig er dette påvist med fukus-arterne (efter *Forchhammers* analyse af fukus-asker omkring 1 pct)

Dr. Meyn beregner, at i landmandens høst er der omtrent 1 ℔ fosforsyre på hver 100 ℔ korn, på hver 300 ℔ hakkelse, på hver 200 ℔ hø, på hver 1500 ℔ roer og poteter, på hver 1200 ℔ grønt foder.

Gjennem planteverdenen samles igjen fosforsyren hurtigt hos dyrene, og afsætter sig navnlig i deres knokler. Når dyrene dø, og de på fosforsur kalk rige knokler udludes af kulsyreholdigt vand, kommer fosforsyren atter tilbage til jorden, for pånyt at begynde sit kredsløb.

Kalkkorallerne indeholde i sine faste dele fra 0.3 til 2.1 pct. fosforsur kalk. Egetræet indeholder 0.4 pct. (af sin vægt) faste bestanddele, og deri 0.00014 fosforsyre. En oxe indeholder 9.5 pct. vægt i knokler, eller på en vægt af 500 pund 47.5 pund knokler, hvori 26.6 pund fosforsure jordarter. (*Dr. Ure*). — De kjødædende dyr forbruge en så stor mængde fosforsyre, at de også afsondre en stor del igjen gjennem deres exkrementer som fosforsur kalk og magnesia.

Under dette fosforsyrens kredsløb kommer fosforsyren tilbage til den døde natur ikke alene i opløsning (i de dryppende vande) eller som afsondret masse (i koproliterne), men også andre fosforsure mineraler kunne derved dannes, vivianit, kakoxen, wawellit. Det førstnævnte er fosforsur jernoxydul, det andet er fosforsur jernoxyd, og det sidste er fosforsur lerjord. Fosforsur kalk omsættes nemlig af kulsur jernoxydul, idet at syrerne bytte baser. Således kan vi forstå, at man har fundet vivianit (pag. 39) dannet inde i fossile knokler — eller som fyldning af fossile muslingskaller eller i torven.

Fremdeles er det sandsynligvis kakoxen, som, ikke fremtrædende synligt for øiet, er iblandet i myrmalme og mange brunjernstene. Og wawellit findes navnlig på kløfter i lerskifer.

Også *kullagenes tilberedelse* — torv, brunkul, stenkul og antracit — er forbundet med et lignende spil af surstofslugende processer, som kan reducere jernoxyd og svovlsure salte og samle dem til *lerjernstene (jernspat)* samt også *svovlkis*. I lerjernsten-knoller fra kul (Illinois) sees vakkre aftryk efter planterester. Hvis knollens materiale først var jernholdigt og kalkholdigt mudder, kunde plante-emnets opløsning reducere jernoxyd, og forbundet med kulsyre kunde kulsur jernoxydul fastholdes i knollen. Også *ildfast ler*, en anden herlighed, der ligeså regelmæssigt som lerjernstenen følger med stenkul-lagene, skylder samme proces sin oprindelse. Thi ildfast ler er jernfrit ler.

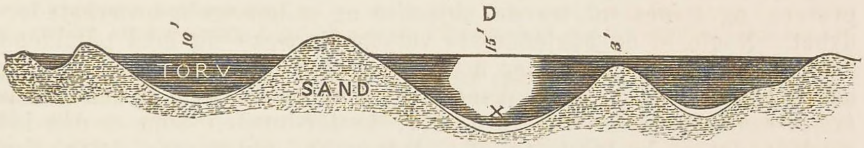
Lerets jernoxyd blev reduceret til jernoxydul, som bortførtes med de dryppende vande. Derfor findes på bunden af visse torvmyrer undertiden et ler, som er påfaldende jernfrit ved samme proces. Og de lyse *affarvede konkretioner* (sammenvoxninger) omkring enkeltliggende forrådnede plantelevninger, såsom stængler, rodtrevler og fine stilke, vidne om det samme.

Det er nødvendigt at antage — siger Lesquereux — at kullagene har været dannet omtrent som torv i vor tid og at kullet selv kun er dekomponeret og hårdnet træmasse, levninger af uhyre og successive skove, som groede, forfaldt, ophobedes, og derpå begravedes på stedet i deres gigantiske svøb af sort skifer, af sort, hvid og grå kalksten, eller af gul sandsten.

Sådane sumpstrækninger sees i vor tid langs randen af Atlantic og ved de store søer i Nordamerika. Dismal og Alligator swamps i syden, Sandusky og Montezuma og Toledo marshes i norden.

Der er vel neppe noget sted i verden, hvor man bedre skulde kunne studere tilgangen ved kullenes formation, end i *Dismal* og *Alligator swamps*, (i Syd Virginia og Nord Carolina). Disse sumpstrækninger er adskilte fra de havbugter og sund som omringe dem ved brede høie og sandbanker, der ligge langs Atlantic i en sammenhængende række fra Cap Henry til Cap Fearriver. De indeholder sandhøie, dybe afleininger af torv, og søer. Høiene er dækket med det tørre lands vegetation. Torven er fra 1 til 15' tyk, den følger bundens uregelmæssigheder, idet den tyndes og forsvinder mod høienes sider. — Man vader på sådane strækninger til knæs i vand, i dyb blød mudder, synker i tuer af mos, må hoppe sig vei gjennem siv o. s. v. Det eneste sikre fodfæste for en turist afgiver rødderne af sumpcypressen (taxodium), disse reise sig op på vandet under hvert træ, ligesom Indianerne bær sine skalper. — Nogle af de søer, som nu ligge åbne for passage, bar sikkert før et klæde af vegetation. Drummond's lake er kun 15' dyb, dens bund er strøet med levningerne af en knækket skovvæxt, de sank sandsynligvis ved sin egen tyngde. — Hvert år ophobes de blandede masser af al denne vegetation, mos og siv, tagrør og stubber og grene og blade på myrens overflade, for at forvandles lidt efter lidt til brændbart materiale.

Drummonds lake endelig, som man kjender som åben i flere 100 år, er kun $16\frac{1}{2}'$ over midlere tidevand i Atlantic. Tænker man sig strækningen noget dybere lagt, så har man Atlanterhavets brændinger rullende over dem.



Dismal swamp (efter Lesquereux).

D Drummonds lake x træstammer på bunden.

Mennesket et led i de nu virkende, ødelæggende kræfters kjæde.

George Marsh har udførligen [The earth as modified by human action 1874] taget menneskets indflydelse på naturen i betragtning, og det fremgår af hans undersøgelse, at mennesket først og fremst kan betragtes som et destruerende agens.

Navnlig har mennesket virket som et instrument til jordens afskovning. Af denne hænger igjen tilsidst klimatiske og indgribende forandringer.

Ved at berøve fjeldsiderne deres skovklædning foranlediger mennesket laviner og jordskred. Beviset derfor ligger — foruden i utallige ulykkers historie — i middelet mod, som består i træplantning eller nedrammede stokke på skråningerne.

Fremdeles ved samme årsag, idet jordsmonet berøves den beskyttende skjærm, befordres bortskylling og tilveiebringes nøgne fjeldsider, hvor vandets afløb sker uden ophold og hindring, hvilket har oversvømmelser tilfølge.

Overhovedet virker mennesket ved at gribe ind i naturens husholdning med vandløbet i fordampning og nedslag, og ved at bringe forstyrrelse i planterigets og dyrerigets ligevægtsforholde. Idet mennesket således dræber fugl og dræber fisk, befordres formerelsen af den insektverden og det kryb, som er hjemfalden hine til føde.

Beviset for at mennesket forårsager forandring i retning af at lægge øde, synes at tale fra gamle blomstrende landes tilstand i modsætning til den nuværende — i Eufratlandene, Syrien, Palæstina, Nordafrikas lande, ja selve Grækenland, Italien og Spanien. [George Marsh].

Vulkanske virkninger.

Der har under fjeldlærens udvikling været en lang og heftig strid mellem neptunister og vulkanister. De første brugte vandet eller havet (i hedendommens tro Neptuns element), de sidste ilden (eller Vulkans element) som hovedforklaringsmiddel til de almindeligste geologiske kjendsgjerninger. Striden synes aldrig at kunne bilægges, den dukker frem ideligt om end i nye skikkelser. De arbeidende geologer har søgt nøiere at afgrændse begge slags virkningers store råderum og ledet udforskningen af mange forandringer, som har fundet sted senere både med de oprindelig vulkanske og de oprindelig neptunske dannelser. De aktuelle virkningers forfægter Charles Lyell indførte derfor allerede længst 3 hovedgrupper af dannelser: 1) de neptunske; 2) de vulkanske, som igjen er de ægte vulkanske og de plutonske (se pag. 62); 3) de omdannede eller metamorfiske.

Ovenfor er skildret i korte træk de vigtigste neptunske (eller sedimentære) dannelser og omdannelser. Vi må altså nu betragte de vulkanske dannelser og omdannelser.

Ved virksomme vulkaner forståes i almindelighed fjelde, hvorfra gjennem åbninger dampe (vanddampe, saltsure dampe o. fl.) ved siden af glødende sten og stenstøv (asker) eller smeltet stenmasse (lava) presses og strøes ud fra de ukjendte og utilgjængelige værksteder i dybet. Nogle af de bekjendteste vulkaner mærke sig med påfaldende kegleform og oventil et eller flere tragtformige hul (krater), som fører ned til dette indre. Ved enhver krater skjelnes mellem følgende dele: *krater-randen*, som er den ydre vold; krater-bunden, som er den indvendige del af krateren og ofte danner en næsten jevn slette, samt krater-munden eller *bokka*, som er det oftest cirkelrunde svælg, der fører op fra dybet. Vulkanske kræfter er de dybets kræfter, som arbeide, og som vi altså også udgranske i de egne, hvor vulkaner findes. Udslukket vulkan kalder man det fjeld, som ved tydelige spor viser sig engang at have været en virksom vulkan.

Geologen *Leopold von Buch* delte vulkanerne i central-vulkaner, som ligger tilsyneladende ensligt, og række-vulkaner, i række efter tydelige linier. Nyere undersøgelse har imidlertid vist, at alle vulkaner er række-vulkaner, ihvorvel ved nogle af dem rækkens spor er næsten udviskede.

Ætna, den over 10,000′ høie vulkan på Sicilien, ligger i skjæringspunktet af 2 linier, den ene er makalubernes linie fra Girgenti over Kaltanizetta, den anden er Ætna-Lipari-linien. Også ved det tilsyneladende ensomt liggende Vesuv kan 2 linier påvises, og Vesuv ligger i deres skjæringspunkt. Den ene linie peger mod nv. Rokkamonfina

og Albanerbergene, Romas gamle vulkaner; den anden peger mod ono. — Vultur. Af disse er Vesuv selv den endnu virksomme vulkan, medens hine andre er uddøde eller forlængst slukkede vulkaner, men derfor ikke mindre tydelige.

Vulkaner i Europa er således fordelte: vulkanerne ved Clermont midt i Frankrige, lige langt fra Atlanterhavet, Middelhavet og Genfersøn, ligge i en række n.—s. med navne Puys (Puy de Dome o. s. v.), flere lidt sydligere: Mt Dore i Contal, og når man trækker linien fra Clermont ned til Frankriges grændse ved Pyrenæerne øst, vulkanen Agde ved middelhavet (nær Cette). Spanien: i Catalonien og ved Valencia. Tyskland: mellem basalt udbruddene i linien Koblenz til Bøhmen findes spor af vulkaner; Rodderberg ved Bonn, flere i landskabet Eifel på den venstre Rhinbred mellem Bonn og Koblenz, med kratere såvel synlige som fyldte med vand. Disse runde kratersøer kaldes Maare; men den største kaldes Laacher-see. Bøhmen: spor i Kammerbühl ved Franzensbad. Mähren: spor Orgiof. Ungarn: spor i Hodritsch dal ved Schemnitz. Baden: Kaiserstuhl ved Freiburg i Rhindalen. Alle disse vulkaner synes længst udslukkede.

Italien. Gamle vulkaner findes i et helt felt mellem Vicenza og Padua på Alpernes sydside, dernæst vulkanerne på Apennins vestside i Albanerbergene ved Rom, Rokkamonfina mellem Rom og Vesuv, Vultur inde i Apennin. Disse er udslukkede. Vesuv (virksom) og gamle i omgivelserne. Liparerne, hvorimellem den altid dampende Stromboli („Middelhavets fyrtårn") og Volkano. Ætna på Sicilien. Spor udtrykt (ved makaluber) mellem Ætna og Girgenti. Ferdinandea fremdukkede 1831 mellem Siciliens pynt på denne side og Afrika. Grækenland: spor i halvøn Mentana ved Morea og videre i linien nv.—so., Milo, dernæst vulkangruppen Santorin (virksom med lange mellemrum).

Island. Her findes mange vulkaner, fordelt på flere linier, navnlig Hekla-linien sv. —no., Myvatnslinierne n.—s., på denne ligger askespyeren af 29de marts 1875. Mellem Island og Spitsbergen vulkanøn Jan Mayen.

Omkring *Afrika* har vi følgende række: Azorerne, Madeira, Kanarierne, Kapverderne, Videre opstikke af oceanet Ascension, St. Helena, Tristan da Kunha. Fremdeles ved Afrikas kyst: vulkaner på Madagaskar, Bourbon, Mauritius, Komoro, St. Paul, Amsterdam. Og i det røde hav: Perim, Teir og Zebayr-øerne i en række, der peger mod nv. (til Morea).

I *Asien* har vi Argæus ved Cæsarea i Lille-Asien, videre strækningen mellem Araxes og Kur, Ararat, (Noahs berg) og ligeoverfor det Alaghez, Haïk, Elbrus, Kasbek, Akkalzik, Agdag og Bosdag — alt i Vest-Asien. Men endnu meget tydeligere optræder rækkerne i Øst-Asien. På Kamschatka findes en 3-dobbelt række, den fortsættes i Kurilerne, derfra i de japanske øer Jeso og Nipon. Her møder en n.—s. løbende linie, op mod Ochotsk, og ned over vulkanøn Ooshima foran Jeddobugten (udbrud 1877) og over Svovløn og los Volkanos til Ny Guinea og Marianerne. Dernæst møder en ny række over Formosa i Kina, over Luzon (Filippinerne) og Molukkerne, forbi Banda-øerne. Her går linien mod vest over Timor, Flores, Sumbava, Java, Sumatra, og dernæst mod nord over Barren-Island og Narkondam til Ramri og Tscheduba (i den bengalske bugt).

I *Amerika*. Ildlandet har ingen vulkaner. Derimod møde vi den store amerikanske kystrække i Chili, i Bolivia og videre i Peru. Mellemrummene hvor ingen vulkaner findes, er stærkt hjemsøgte af jordskjælv. I Kvito findes to rækker. Desuden sees spor af rækker udenfor i havet. Ved Valparaiso i Chili fremstod 1836 en ø. Og høiere op ligger Galopagos. I Guatemala findes en række pegende mod nv., i Mexiko en anden i vest—øst. Dens fortsættelse på den ene side er Revilla-Gigedos-øerne og på den anden side over Yukatan til Antillerne. Endelig findes vulkaner i Kalifornien, i Oregon. Eliasberget i russisk Nordamerika er en vulkan, og videre findes de på Alaska og Aleuterne.

I det australske bælte kan sporadiske rækker påvises i opstikkende øer, således fra Ny-Guinea over Ny-Hebriderne til Ny-Zealand. Her findes rækker af udslukkede vulkaner ved Auckland, og i linie sv.—no. over Nordøn ligger den virksomme vulkan Tongariri, dernæst de berømte springkilder, dernæst i havet vulkanen i Plenty-bay.

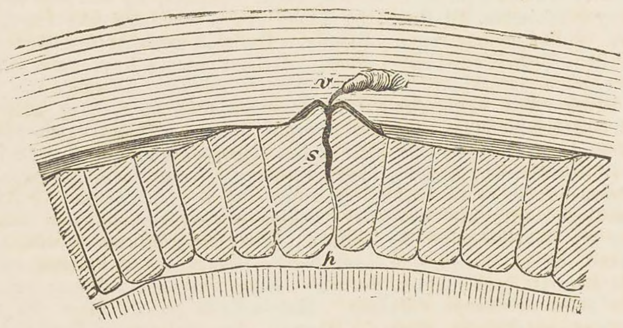
I det stille ocean er mange vulkaner. Hale-a-ka-la på Øst-Maui (Sandwichsøerne) er en uhyre krater, måske den største. Hawaii, den østligste af Sandwichs øgruppen, har de 3 kæmpe-kegler Mauna-kea, Mauna-loa, Hualalai. Imellem de to førstnævnte af disse ligger det uhyre krater-hul Kilauea som en kogende sø af smeltet lava. Nogle af de venskabelige øer, af Selskabsøerne (Otaheiti), af Marquesas-øerne er vulkaner. Endelig Østøen midt i oceanet ved siden af Salaz y Gomez.

I Sydpolar-landene findes vulkaner ved Viktoria-land 71° 56′. Erebus og Terror ved den sydlige magnetiske pol $77\frac{1}{2}$° Ved Alexanders-land 69°.

Den geografiske optælling af disse dels virksomme dels udslukkede vulkaner udsletter en del urigtige forestillinger, man tidligere nærede om vulkanerne som: at de var enkeltstående, knyttede til visse varme bælter, at de var at ligne med små ligesom tilfældige vorter på den ellers neptunske overflade o. s. v. Vulkanerne findes i store rækker, i alle verdensdele, under alle breddegrader. Videre er det tydeligt, at de findes især langs verdensdelenes kyster eller opstigende af havet. De er knyttede til havet, og at de findes i rækker kan kun betyde, at de ligger over store spalter i jordskorpen. Fjeldlæren påviser tider, da verdensdelene dels aldeles ikke var opstegne af havet, dels endnu ikke i deres nuværende udstrækning. Idet de opsteg, måtte store brudlinier eller spalter dannes. Havvandet måtte på sådane kunne finde vei til de indre dyb, hvor temperaturen ifølge iagttagelser, så langt de række ned, stiger med afstanden fra overfladen. Det er over sådane spalter, at vulkanerne ligge, og i deres produkter gjenkjende vi fremfor alt havvandets bestanddele — vanddampe, saltsure dampe, klorforbindelser og sammensætninger rige på natron.

Betragtningen af vulkanernes geografiske fordeling udelukker ligeledes ældre snævrere forestillinger, som at de skulde skrive sig fra dybtliggende stenkullags brand, eller af antændte svovlkis-masser m. m. og fører os til *Humboldts* udsagn: en vulkan er en sikkerhedsventil på den underjordiske dampkjedel, og virker som sådan for den nærmeste omegn. Betydningsfuld ved siden af denne opfatning af vulkanens væsen er den geologiske kjendsgjerning, at vulkanerne ikke er ældre end den tertiære tid. Sikkerhedsventilerne sattes netop før menneskets optræden på kloden. Når i det følgende omhandles jordskjælv mellem de vulkanske virkninger og endog som en enkelt ytringsform for det vulkanske udbrud, da sker det endnu med en vis berettigelse, fordi ikke engang de nyere undersøgelser over jordskjælv har kunnet nægte jordskjælvenes sammenhæng med vulkanske kræfter, hvor uafhængige af enkelte bekjendte vulkaner end visse jordrystelser vistnok synes at være.

166.



Vulkaners teori.

Vulkanernes teori — uden hensyn til det indre ubekjendte større dybs, natur — kan fremstilles ved omstående tegning, som forestiller et snit gjennem jordskorpen. Det kan antages, at havvandet trænger

ned gjennem spalter til hulerum *h*, eller lavasøer tilstede under den faste jordskorpe. De dannede dampe vil undvige gjennem større spalter *s*, ophedet og smeltet bergmasse på deres vei følger med. Den frie udgang bliver derved stoppet, og af og til må et udbrud ske, ledsaget af frempresning af lava ved *v*, hvor en vulkan dannes.

Enhver enkelt vulkan har sin historie og ofte sin særegne måde. Vi kan undertiden endog påvise et tidspunkt, da den begyndte, en tid, da dens kraft nåede sin høide, og en tid, da den aftog mere og mere, indtil den ganske sluknede for nu at hvile. De gamle vulkaner i Eifel og Auvergne er skjønne exempler på hvilende eller uddøde vulkaner. Vesuv, Ætna, Stromboli og Hekla er ligeså gode exempler på virksomme vulkaner.

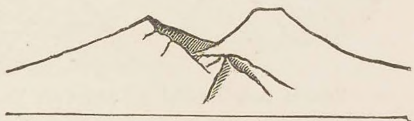
Dette forhold, som kan iagttages, at der gives virksomme såvel som uddøde vulkaner, samt det forhold, som historien fortæller, at en vulkan kan vise sig høist forskjellig til de forskjellige tider, hvile et århundrede, derpå i lang tid være i stærk virksomhed, tillader os allerede at tro, at de vulkanske kræfter under jordskorpen *vandre*. Endnu tydeligere stilles os dette for øie i visse vulkanske rækker, som en efter en har været i virksomhed og derpå har slukket. I Azorerne har den vulkanske kraft vandret fra v. mod ø. Den vestligste ø har ingen udbrud havt siden 1672, de mellemliggende øer slukkedes senere, den østligste ø San Miguel er nu virksom, og endnu østligere iagttoges undersøiske udbrud 1827 og 1857. I Kanarierne har de vestligste øer, hvorimellem Ferro, havt sin virksomste periode i det 17de århundrede (endt med 1692), Teneriffa havde sin virksomste periode i det 18de århundrede (endt 1798), Lancerote ligeledes i det 18de og svagere fortsat i det 19de (har ikke havt udbrud siden 1834). (*Kluge*).

Vesuvs historie er yderst lærerig. I Romerstatens årbøger før Kristus findes ikke Vesuv omtalt som nogen virkende vulkan. Derimod læse vi etsteds (hos *Strabo*, den samme, som udtaler sin formodning om, at Vesuv engang må have brændt, men være udslukket) om bergets form som en oventil flad og afstumpet kegle, medens den nu er tydelig tvedelt med det kegledannede egentlige Vesuv og det halvkredsformede Somma, som omgiver Vesuv på nordsiden og adskilles derfra ved det dybe dal-indsnit Atrio del Cavallo.

Det synes som om et vulkansk udbrud allerførste gang — eller første gang efter meget lang hvile, er betegnet ikke så meget ved lavastrømme som ved mængden af udkastet sten og aske. Idet den vulkanske kraft skal bryde sig vei før „ventilen" er kommen istand, må den kaste alt ud, hvad der ligger i veien (explosions-krater).

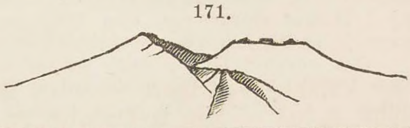
Således da det vidtbekjendte fjeld *Ararat*, som ingen formodede at være en vulkan, udbrød i 1840, var det med en forfærdelig stenregn, hvorved landsbyen og klosteret Argure med 1500 indvånere begroves. Det samme var tilfældet med *Vesuv*. Man kjendte ikke eller havde ialfald glemt dette fjeld som vulkan; det var tilgroet med vinranker. Men året 79 efter Kristus, under keiser *Titus*, brød Vesuv ud med den forfærdelige askeregn, hvorunder de 3 stæder Stabiæ, Pompeii og Herkulanum helt begroves — under et dække, som de nyere tiders udgravninger har vist at være fra 20 til 60 og 112 fod tykt. — Atter beskrives udbrud 203 og 472 foruden flere. Men i tidsrummet mellem 1300 og 1600 lukkedes krateren lidt efter lidt og var tilsidst dækket med grønsvær og buske indvendig. Da kom

170.



Vesuv før 1631, skovdækket og høiere end Somma.

171.



Vesuv efter 1631, lavere end Somma.

1631 et stort udbrud med en mængde lava. Og således har den vedblevet til vore dage med snart større snart mindre udbrud og dækket sine sider og omegnen med nedhængende lavastrømme, med omstrøet aske og med mindre slakkekegler hist og her. Bergets form forandres ved den masse, som det lægger på sig selv, men af og til efter rigelige udflydninger af lava, når keglen indvendig har udtømt sig, styrter den ind, og berget bliver en tid igjen lavere. Dernæst voxer atter en ny kegle op inden i den gamle o. s. v. Efter et arbeide i henved 2½ århundrede synes ifølge de hosstående konturer, Vesuv nu at have opnået vedligeholdelsen af sin skikkelse fra 1631.

172.



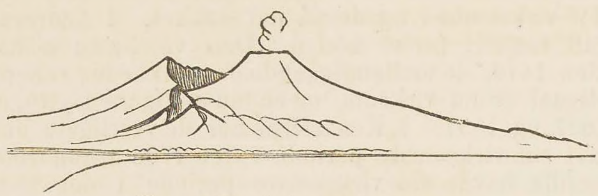
Vesuv 1682, den indre kegle er lavere end randen af Somma.

173.



Vesuv 1737, af samme høide som Somma. [J. Roth].

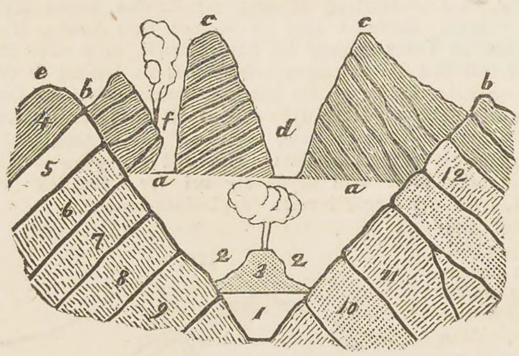
174.



Vesuv 1871, høiere end Somma.

Hosstående figur (175) viser kraterbunden *a a* i 1820, *b c c* er den indre kegle, *e b* den ydre kraterrand. Derimod fremstilles kraterens tilstand før udbruddet i 1828 ved 1. I marts og juli 1828 reiste sig keglen 3 2. 4 er lava fra 1822. 5, 6 og 10 er pimpsten, sand og slakke, 7, 8, 9, 11 forskjellige lavaer, 12 småsten.

175.



Vesuvs krater 1820 og 1828 [J. Roth].

Fra 20de novbr. 1845 til 16de august 1847 havde Vesuvs høide tiltaget ifølge en række nøiagtige målinger 58.4 metres = 186 fod. Keglen voxte endnu over 150 fod høiere indtil 1850, men blev derefter igjen lavere. Efter en måling i 1855 var Vesuv da omtrent 3800 fod.

I 1794 leverede Vesuv i 2 lavastrømme, hvoraf den ene strømmede gjennem Torre del Grekos gader, så megen lava, at massen tænkt tilsammen danner en terning af 880 fods høide.

Hekla, som er omtrent 4500 fod høit og hæver sig i sv. Island ved enden af en lang slette med udsigt mod havet i en langstrakt ryg af lava, asker og slakker mellem flere lavere og dermed parallelt liggende tufrygge, viser i sin historie en række af udbrud med imellemkommende hviletider på 17, 20, 44 til hele 79 år. I disse mellemtider lukkes den øverst liggende krater efterhånden. Hekla er ingen kegle, men et rygformet fjeld. Seet fra syd synes Hekla en kegle, men seet fra vest har fjeldet udseendet af et spidst hustags langside. Før udbruddet 1845 var ingen krater længer synlig i Heklas skarpe ryg, men 1845 dannedes under udbruddet 5 kratere af forskjellig størrelse og liggende efter hverandre i en linie, langs med ryggens (no. til sv.).

Den udgydte lava i dette udbrud udgjør en masse, som *Schythe* har anslået til at ligge 100 fod høit over ¼ geografisk kvadratmils fladerum. Hekla er et exempel på en vulkan af kjædeform. Til begge sider af Heklas ryg *H* stikke skarpe tufrygge (palagonittuf pag. 74) i veiret. Man tæller 5 hoveddrag, Hekla løfter sig fra den midterste tufryg *S*. Imellem de steile og ofte vildt forrevne brune tufrygge er alt sorte lavamarker

176 a.

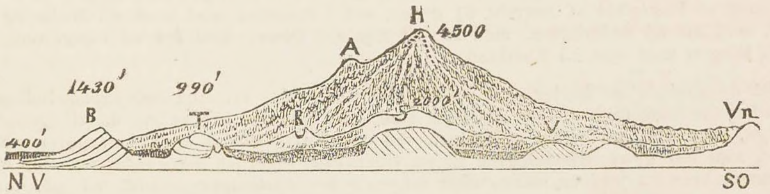


Toppen af Hekla med 1, 2, 3, 4, 5 kratere fra 1845 og begyndelsen af den fremvæltede lavastrøm.

og asker. Faldet er i det hele taget mod nv. i de vestlige kjæder *B* og *T*, mod so. i de østlige *V* og *Vn*, lige under den yderste tufryg ligge lagene vandrette. Disse kjæder synes ikke at være oprykkede på engang, men stykkevis og efterhånden. Flere af kjæderne hænge ved lagstilling i halvkredsform sammen, og mindre kraterkegler findes imellem dem.

I mange beskrivelser over større vulkanske udbrud kan følgende fire hovedperioder adskilles: 1) *jordskjælvet*, som går forud. 2) *lavaudbrud* af en sideåbning. Ved Vesuv er det regel, at lavamassen bliver desto større, jo lavere nede på bergets side den åbning

176. b.



Heklas ryg seet fra sydvest.

B Bjølfjeld, T Tindelfjeld, S Selsundfjeld, V Vasdalsfjeld, Vn Vatnafjeld K kraterne Raudøldur, A stor askekegle.

ligger, som hver gang leverer lavaen. 3) *røg* og *aske* stødes ud af den store krater. 4) skadelige *gas-arter* opstige af grunden rundt omkring vulkanen. Dette er de vulkanske kræfters fire hovedperioder.

Jordskjælv ansees for virkningen af de indesperrede gaser, der virke med høit tryk. De er også i almindelighed forbundne med bristninger i jordskorpen på et eller andet sted, med oprivning af gabende spalter, hvoraf gasarter undertiden flammende slår frem, med pludselige høideforandringer, som undertiden forbliver efter dem. Jordskjælvet virker i almindelighed som en stødende bevægelse. Jordskorpen går i bølgegang, og man kan påvise store rystelseskredse omkring et centrum, hvor bevægelsen var maximum. Men også en dreiende bevægelse er sporet. Dernæst virker stødet voldsomst ved overfladen, og forplantes ikke lige let af al slags berg.

Jordskjælvet i 1828, der føltes i Belgien og Rhinlandene, havde sit midtpunkt omkring Lüttich og føltes i de derværende dybe stenkulsgruber, hvorimod det henimod udkanten af rystelseskredsen kun føltes i dagen. Således føltes det ikke i de dybe stenkulsgruber ved Aachen, ikke i jerngruberne i Eifel, brunkulgruberne ved Bonn, stenkulgruberne ved Essen og Bockum; men overalt på disse steder føltes det i dagen.

Det frygtelige jordskjælv, som 1ste november 1755 ødelagde Lissabon, og som satte en havbølge på 40—60 fods høide ind mod Portugals kyst, havde sit midtpunkt nær Lissabon. Thi på Madeira føltes det som kommende fra nord, på Antillerne og i den mexikanske bugt som fra no. I England derimod føltes det stærkest på sydkysten. Ødelæggelsen af Lissabon medtog 5 minuter.

Jordskjælvet i Rhinegnene 29 juli 1846 havde sit midtpunkt ved St. Goar, og rystelseskredsens halvmål var 35 geografiske mile. Den gik mod v. til Belgien, mod n. til Münster, mod ø. til Koburg og mod s. til Freiburg i Baden. Nogle stykker mangle i kredsen på grund af forholde i jordskorpens bygning. Således prellede stødet af mod det franske Jura og mod schwabiske Rauhe-Alp.

Hurtigheden, hvormed jordbølgen forplantedes, var i 1755 noget over $19\frac{1}{2}$ geografisk mil i minutet, og i 1847 $3\frac{7}{10}$ mil i minutet.

Betydelige forandringer i havspeilet finder ofte sted ved jordskjælv. Man mærker en stigen og en falden, slag i slag, og af ødelæggende virkning. Hvor nemlig rystelsen udgår fra en del af havbunden i nærheden af land, opstår 2 bølgekredse, en i den faste jordskorpe, en i vandet. Det første system iler forud, og det andet når først kysten, efter at det første har gået over den. Derfor bemærkes ved sådane store jordskjælv først en „tilbagegang af havet," idet nemlig jorden bølger op, og havet altså synes at vige. Skibe i havnen kommer pludselig til at ligge på grund. Så atter kommer senere en indtrængende uhyre bølge: „havet stiger atter."

Den havbølge, som 1755 stormede mod Portugal med 60 og 40 fods høide, var endnu, da den kom til Kornwall, 10—8 fod høi, og 18 fod ved Madeira.

Den skandinaviske halvø er ikke fremmed for jordskjælv. Et af de senest indtrufne havde, såvidt man kunde dømme af de indsamlede underretninger, sit centrum etsteds ude i havet v. for Kristiansund og nv. for Molde. Det udbredte sig derfra natten til 9 marts 1866 med en hastighed af omtrent $6\frac{2}{3}$ geogr. mil i minuttet mod nord til Bodø og Skelefteå, mod øst til Søderhamn, mod so. til Fet ved Øiern, mod syd til Langesund, mod sv. til Bergen mod vest til Shetland.

På de almindelige karter over jordskjælvs udbredelse vil man finde kredse indtegnede, som udtrykke samtidigheden af det følte stød. De inderste kredse vil da tillige udpege den egn, hvori det har virket voldsomst, ved de yderste kredse er det kun sporet. Robert Mallet, som har gjort seismologien til en videnskab, søger at beregne dybden for stødets udgangspunkter fra jordens indre, efter følgende hovedprinciper: stødet vil på, for det bekvemt orienterede, bygninger virke til ruin, sprækker o s. v. på forskjellig måde alt efter retningen. Et næsten vertikalt stød nedenfra vil virke på for exempel en triumfbue til at løfte den i tag og i fod, eller til horisontale sprækker. Et næsten horisontalt stød derimod vil virke, når det går langs efter for ex. et pallads, til at sætte vertikale sprækker, forbindende vinduerne. Et skråt stød vil orientere sprækkerne lodret mod sin retning, altså i kjendelig vinkel. — Sprækkernes vinkler angive altså stødets retning. Den kreds, i hvilken den største, voldsomste omstødende virkning ytres, vil — så har Mallet beregnet — tegnes, hvor stødet opdukker med vinkel omkring $54\frac{1}{2}^0$, og dybet for udgangspunktet vil være denne cirkels radius $\times \sqrt{2}$. For det store neapolitanske jordskjælv af 1857 bestemmes udgangsstedet i dybet at ligge — mod den sædvanlige formening — i et forholdsvis mindre dyb under overfladen, og Mallet søger endog af mange opdukkende stødretninger at udfinde formen for udgangstedet eller „den fokale hule;" den er omtrent 3 gange så lang som den er høi, og har en ganske liden tykkelse. Med andre ord, den fokale hule må se ud som en revne af samme form som en almindelig gang.

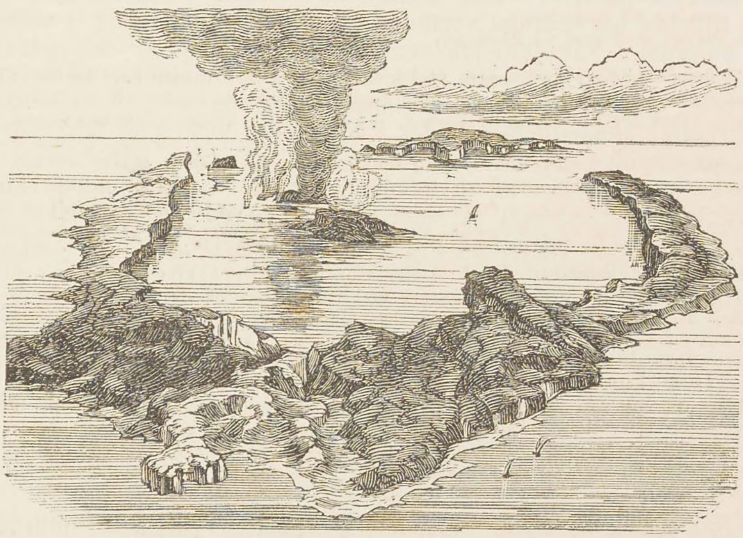
Den anden og tredie periode i et regelret vulkansk udbrud giver smeltede stenmasser *lava* (om disses sammensætning se pag. 72) og stenregn eller *askeregn*, som er den til støv opslidte lava. Det på landjorden faldende støv kalder man gjerne ligetil aske, det under havet engang faldte derimod tuffe, hvilket navn man også bruger overhovedet om laget bergslag af vulkanske emner fra først af. (Se om tuffenes sammensætning pag. 74).

Man antog før, at vulkanerne bygge sig selv større, dels ved ophobning af slakker, fremvæltede lavaer, udstrøede asker, dels ved vir-

kelig hævning nedenfra, hvilken hævning bringer hine oprindelig lagvis over hverandre lagte materialier under en høiere vinkel. Dog synes man atter at have forladt hin sidste mening. De vulkanske kegler selv er ramlende og skrøbelige bygninger, men de opstives dels som ved skjold af udgydte lavastrømme, dels ved de mange spalter, som gjennemskjære keglen, idet den flydende masse trykker på indenfra og nedenfra, bringer keglen til at briste og fylder spalterne med flydende stenmasse til lava-*gange* (pag. 73 og 74).

Ved hævning fra dybet, mente man før, skulde også ensomt liggende trachytkegler være fremkomne. Man adskiller ved sådane selve keglen af trachyt fra en omgivende kreds- eller halvkredsformig vold af tuffe, lavaer, basalter. Som et mønster på hævningskrater blev anseet den før omtalte Rokkamonfina i Apenninernes kalkstene og skifere. I midten kneiser en trachytkegle, 3200 fod høit, men på siderne sees rundt omkring en 2000 fod høi kredsrand af leucitlavaer og brekcier i bænke, der helde 18° udadtil fra midtpunktet. Det hele danner således et krater, men med en trachytkegle i midten. På den ene side af keglen har en liden virkelig lavastrøm brudt ud. Men man har bragt i tvivl, om hævningskratere virkeligt findes. Man anså før også Santorin i det græske hav som hævningsvulkan nu som en explosions-krater.

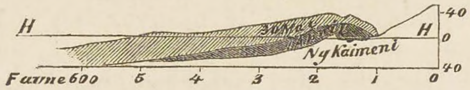
177.



Afroëssa og Georgios i Santorin dannes febr. 1866.

Den ringformede øgruppe kaldes Santorin. Her har vulkanske udbrud fundet sted i mer end 2000 år. De i ringens midtpunkt liggende øer kom derved tilsyne. En af dem kaldes Gamle-Kaimeni eller den gamle brændte ø, og kom tilsyne 197 f. Kr. Men alt før den tid har der været udbrud på ringøen, således som gamle i vulkanske emner begravne bygninger der vise. Det nyeste udbrud i denne egn jan. og febr. 1866 har ladet en del af en af midtøerne, Ny-Kaimeni, forsvinde, medens en ny ø *Afroëssa* „lydløst opsteg." Men ikke engang denne ø vidner for hævningsvulkaner, såsom den er dannet alene ved lavamasse, som ophobede sig på søbunden, helt indtil massens top kom tilsyne. Dette indsees af beretningen om udbruddet og lodninger, som giver følgende snit.

178.



Georgios dannet af ophobet lava. *H H* havlinien.

Ved Spidsen af Ny-Kaimeni brød seigflydende lava ud under havfladen; denne lava ophobedes i april til den første grændse, i mai til den anden grændse (fig. 178). I fig. 177 sees røgsøiler at opstige, den nærmeste er fra Ny-Kaimenis spidse, som blev forvandlet til berget Georgios. Den fjernere røgsøile opstiger fra Afroëssa, som dannedes på lignende måde (*v. Seebach*).

Ofte tales om, at slam vælter ud i strømme fra særegne vulkaner, som da kaldes slam-vulkaner. Allerede i Vesuvs historie hører vi om sådane strømme. Ved Vesuv er slamudbrudene kun tilsynelødende, kommer ei fra krateren, heller ikke fra side-spalter. Men af vulkanen udstødes vanddamp i uhyre mængde, denne fortættes og danner tykke skyer af høi elektrisk spænding omkring berget. Under korte men stride regnskyl og tordenbrag syrter da vandet ned i strømme, og kan rive alle støvagtige bestanddele med sig til en flod af dynd.

Ved vulkanerne i Andes derimod er det anderledes. Da udbrud her finder sted ofte efter mellemrum af en 50 år, samler sneen sig på de kneisende vulkaners tinder. Denne sne smelter flere dage i forveien før udbruddet og meget pludseligt, sandsynligvis ved påvirkning af fremvældende gasarter. Det nedstyrtende vand river alt med sig. I andre tilfælde har snevand samlet sig ved langsomt inddryp i vulkanens indre hulerum. Når jordskjælvene åbner disse, styrter det indsluttede vand, hvori undertiden små fiske af slægten pimelodes, ud og skyller trachyt- og pimpsten-støv samt småsten med sig.

Virkelige *slamvulkaner* findes i Kaukasus, nemlig et felt ved Baku på halvøns spidse ud i det kaspiske hav, et andet felt i centrum af Kaukasus. Fremkomst af en liden ø, som fik navn Kumani, i 1861 foranledigede undersøgelsen af slamvulkanerne ved den russiske geolog Abich. Da Abich satte fod på øen, var massen kold, dens overflade lignede en seigflydende lava. Massen bestod af en blanding: kulsure salte (kalk m. m.) med palagonit og anden tufsubstants, det hele gjennemtrængt af kulvandstof-emner. Denne ny frembrudte ø forsvandt igjen ganske i følgende år. Den største af slamvulkanerne er Otmanbos ved Baku. Den har en masse som $^1/_2$ af Vesuvs øverste kegle og viser flere kratere indeni hverandre som kræmmerhus. Slammassen er fuld af brudstykker af sandsten, deri kalkspatårer og svovlkis. Slamvulkanerne i Kaukasus ligge på spaltelinier, der tegne ruder på kartet.

Det synes som om disse slamvulkaner er det samme i større målestok som Siciliens makaluber. Ligesom disse udstøde de nafta, brændbar (kulvandstof) gas og synke ned til saltkilder. Ildtilbedernes kloster på den hellige ø ved Apscherons spidse har nu indenfor sine mure en petroleumfabrik, og på klostergården flammer flere blus op af den evige ild. Den brændbare kulvandstofgas optræder ved alle slamvulkanerne. I den inderste krater på Otmanbos puffede gasblærer seigt slam op. Ovenpå slamvulkanernes saltvand flyder den lettere nafta, den brunes i luften og forvandles tilsidst til kir, en af Tartarerne vel kjendt asfaltagtig masse.

Siciliens *makaluber* er småvulkaner, som producere slam, saltvand

og kulvandstof-forbindelser. De ligge på en linie, som forener vulkanøen Ferdinandea og Ætna. Mottura, som har undersøgt dem 1871—73 tilligemed Siciliens svovlforekomster, viser, hvorledes makalubernes gaser opstrømme gjennem spaltelinien, og da denne gjennemskjærer forskjellige af Siciliens tertiær-lag, forsyner makaluben sig af lagene med bestanddele, hvilke således flyttes. Det salte vand, mener han, udtrækkes af dybets saltholdige ler, petroleum og nafta virkes af organiske emner ligeledes i dybet. I dagen oxyderes disse sidste, og asfalt bliver endeproduktet og tegnet for de gamle makaluber.

Der er kun et skridt til, saa kommer solfataren istand — når temperaturen øges, således at også gipslagene i dybet omsættes. Siciliens berømte svovl-forekomster ligge på samme hovedlinie, Girgenti-Ætna, som makaluberne. Svovlet ledsages her af gips, kalkspat og cølestin, og har samlet sig i (miocene) kalklag, medens gipslagene, hvoraf de gamle makaluber forsynede sig, ligger dybt under nummulitførende lag (eocen).

Den fjerde periode endelig har vi i de *vulkanske eftervirkninger.* Da den vulkanske kraft er en så almindeligt virkende på jordoverfladen, og da eftervirkningerne spiller gjennem århundreder og årtusinder, bliver det, de udrette, tilsidst af grovslagent mål. Den vulkanske eftervirkning består i rent kemiske processer, der udgjør et efterspil af dé dampe, gasarter og flygtige forbindelser, som udvikles under selve udbruddene.

Først må her nævnes vanddampe, som udstødes i stor mængde, dernæst saltsure dampe, svovlsyrling og svovlvandstof-gas, rent vandstof, enkelte kulvandstof-forbindelser, og kulsyre. Disse gasarter udvikles i en bestemt orden. Saltsure dampe (klorvandstof-gas) udstødes under selve udbruddet, tilligemed fri vandstof-gas, og når denne sidste afbrænder med luftens surstof, giver det høie knald. Sidst efter udbruddet udvikles derimod kulsyren.

Til disse gasarter svarer de kemiske produkter eller de mineraler, som dannes i krateren og på spalter, dels under udbruddene, dels efter. Klorforbindelser, svovlsure salte og svovl fremtræde tydeligst.

Mellem de stene, som udslynges af Vesuv, mærkes let to forskjellige slags: 1) sådane, som består af almindelige vulkanske emner og vise mineraler, der også er hyppige i Vesuvlava. Hid hører almindelige *bomber*, stykker af smeltet lavamasse som udslynges, komme i dreiende bevægelse under farten og får forskjellig form. Nogle størkne alt før faldet og er kuglerunde, andre er endnu bløde i faldet og trykkes flade som en skive eller en pære, andre får form som en ten. 2) af anden natur er de gamle *udkast-stene*, som ligge på Sommas sider. Dette er blokke, som vise en hel mængde ellers ikke imellem Vesuvlava hyppige mineraler. De forholde sig som fremmede stene. Man kan dele dem således: *a*) dolomit og kalksten, *b*) forskjellige silikat-stene (*J. Roth*). Snart vise disse gamle udkast-stene nemlig mest kornig kalkspat (marmor) eller dolomit, snart forskjellige andre mineraler med en skorpe af kalk. Man kjender sanidin (pag. 21), biotit (pag 24), hornblende, augit, olivin, granat, vesuvian, skapolit, nefelin, spinel, chondrodit, magnetjern o. fl. fra disse blokke. Da Vesuvs grundvold er Apenninkjædernes kalksten, kan antages, at blokkene skrive sig fra dybet, hvor hede og dampe arbeidede på kalkstenene. Nyt bevis gav det store udbrud april 1872 med nye lignende udkaststene og de nævnte mineraler, af hvilke mange såes dannede ligetil ved dampene.

Disse mineraler hører ifølge dannelsesmåden til de såkaldte kontaktmineraler, eller fra grændsen (kontakten) mellem lag og eruptiver. Langt udenfor de nuværende vulkaners virkekreds findes de samme mineraler ved de ældre eruptive bergarters grændser, således også i Norge ved granit- og syenit-grændserne mod siluriske kalkstene. Det er

derfor ikke urimeligt at slutte, at den samme dannelsesmåde også har ligget som grund for disse kontakt-mineraler.

Klorforbindelserne kommer istand under klorvandstofgasens indvirkning på de smeltede stenmasser. Kogsalt, basiske forbindelser af aluminium og klor samt af jern og klor, videre klorkobber, og der, hvor lavaen har flydt over plantedække, også salmiak sublimeres ligetil. Men vexelvirkningerne mellem vanddampene og klorforbindelserne giver atter oxydiske forbindelser, såsom jernglands i enkelte krystaller eller på fulde spalter.

Dernæst er svovlforbindelserne mest påfaldende, men de tilhøre i masse allerede et mere tilbagetrængt trin af voldsomhed. I høiere temperatur leveres svovlsyrling, i lavere svovlvandstof; sammen med vanddampe giver disse gasarter anledning til dannelsen af svovlsure salte, idet baserne dertil udtrækkes af tuf og lava. Derved falder sådane værdifulde produkter som *alun*, *gips*, og ofte også, hvor begge gasarter udvikles sammen, *svovl*. De steder, der er i dette tilbagetrængte trin af vulkansk virksomhed, kaldes *solfatarer* — efter den berømte solfatara ved Neapel. En solfatara er et naturligt svovlværksted. Udenfor Neapel på de flegræiske marker, mellem de mange kratere, som ethvert stort kart over egnen viser, og hvoraf nogle kun er tufkratere, andre have trachyt i bunden, er *Solfatara* den ikke mindst besøgte. Scacchi har undersøgt denne egn nøie. I Solfataras gamle krater anlagdes en fabrik for at udvinde svovl og alun. Dampe udstødes fra kraterbunden, det er et smukt spil: dampenes spiraler, de ørsmå svovlfnug på dansende vanddråber. I denne virksomhed synes Solfatara at have været meget længe, thi Strabo nævner stedet. Dampene virke på trachyten og tuffen. Scacchi samlede og undersøgte alle produkterne: først og fremst flere slags alun og de enkelte tilhørende salte, videre gips, svovl, men også — skjønt sjelden — svovlkis i pyritoëdre, arsenikkis, realgar, borsyre og en opal-varietet kaldet fiorit. Den gamle krater-ø *Volkano* (mellem Liparerne), som i 1775 udgjød en vældig strøm af (glaslava) obsidian, og hvis udbrud i 1786 skal have givet krateren dens nuværende hovedform, virker som en solfatara. Dampene forvandle her liparıten tilsidst til et hvidt ler. På kløfter sidder svovl i skorper. Små hulinger er fulde af gipsdruser. *Borsyre* sees som nyfalden sne i sublimerede krystaller. Alun, salmiak og vitriol, dels i krystaller, dels i opløsning, vælder ud af sprækker og hulinger. For at udvinde disse produkter anlagdes også her en fabrik som arbeider i krateren med 30 mand. Ikke lidet forskrækkedes de imidlertid ved et nyt udbrud i 1873, det sporedes i forveien ved en øget virksomhed af krateren. Udbruddet udslyngede en mængde bomber, og i hulerum såes her i lipariten krystaller (ørsmå) af kvarts, hornblende, svovlkis, magnetkis. *Krisuvik* og *Krabla* på Island er lignende solfatarer. Disse sidste er nyligt undersøgt af prof. Johnstrup.

Fremdeles kan her nævnes springkilder i Toskana ved Monte Cerboli. Navnet minder om hedendommens underverden, hvor det 3-hovede uhyre Cerberus vogtede ved porten. Før borsyre-fabrikken her kom istand, var stedet øde, vildt og skrækkeligt. De høit opsprudende kilder besøgtes som natur-undere, men den ildelugtende svovlvandstof-gas spredte stank som usundhed omkring. Nogle af disse kilder indeholder en meget liden mængde borsyre. Man har derfor fundet på at indrette en fabrik, der udvinder borsyren, idet man afdamper vandet i damme og blypander, og dertil nytter varmen af kilderne selv. Fjeldgrunden, hvorigjennem kilderne bryde, er lerblandet kalksten. Ved svovl-gasarterne forvandles denne kalk til gips.

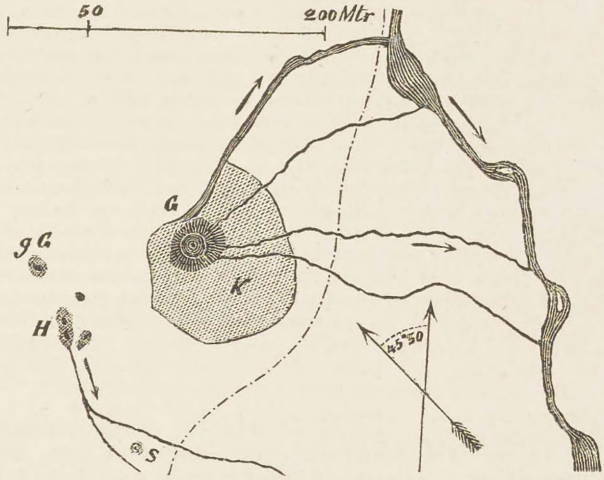
Mærkeligt er det nu med en sådan ligesom tilblivende forekomst af borsyre og gips at sammenligne en forlængst død og afsluttet: boracitkrystaller indsprengt i gipsberget ved Lüneburg og Segeberg.

Ved ethvert udbrud af Vesuv er udstrømning af skadelig kulsyregas det sidste tegn efter udbruddet. Den vedvarer i måneder efter udbruddet. Men også i almindelighed er kulsyre-udvikling det sidste tegn af vulkanernes spil. Istedetfor en solfatara sees på Island en geisir (eller sprudende kisel-kilde), der hvor svovlvandstof forsvinder og kulsyre optræder alene (*Bunsen*).

Kulsyren i forbindelse med varmt vand opløser nemlig alkalier. Dette alkaliske kulsyre-svangre og hede vand bliver igjen i høi grad skikket til at opløse betydelige mængder af kiselsyre. Hvor vandet igjen fordunster, må kiselsyren udfældes i form af opaler og kiselsinter. Og således kommer under ellers gunstige omstændigheder en springkilde istand, en geisir, en „spruder.“ Navnet er efter den bekjendte springende kilde på Island.

Store Geisir G er den største og skjønneste af Islands sprudende kiselkilder. Den er omgivet af en tyk skorpe med kiselsinter *K* over den brune tuf og de spraglede lerlag, der danner slettens bund. Geisirs kogende vand finder afløb i flere bække til den nærved forbirindende kolde Beinå. Den ligger på en slette en dags reise fra Hekla, omringet af en mængde lignende kilder, men alle med visse særegenheder, såsom Strokr *S*, der pludselig uden varsel slynger koghedt vand ud, lille geisir længer syd, der har hyppige men små udstød som et springvand, gamle Geisir *g G*, der har ophørt at spille, eller huller med lunkent vand, „hver“ *H*, som er rest af fordums springkilder.

179.



Geisirs og Strokrs beliggenhed ved Beinå.

Store Geisirs af kildevandet selv byggede kegle *K* er omtrent 20 fod høi, afstumpet oventil og der forsynet med et stort tragtformet bækken af 54 fods diameter. I midten af tragten går et $9\frac{1}{2}$ fod bredt rør ned til det indre. Man har loddet $71\frac{1}{2}$ fod ned i det. Keglen består af lysgrå kiselsinter udentil, opaldannelser med skjønne farver indentil. Også rørets vægge er kisel. — Nedentil på bunden af det dybe rør får Geisir uden tvivl tilførsel af vanddampe under høi temperatur og tryk. Oventil i det store bækken lider den afkjøling ved fordampning. Derved opstår et vexlende spil af temperatur-udjævninger, som ender med at vandet i rørets halve dybde pludselig forvandles til damp, og denne sprænger det overliggende vand ud i skjønt buede stråler (*Bunsen*). Derefter er alt roligt, bækkenet er tomt, vandet står i røret nogle fod under dets munding — og stiger sagte indtil næste udbrud. Da alle mål her er givne tilligemed trykhøiden, ligger det nær at forsøge sammenligning med en dampmaskine. Man har altså målt rumfanget af det tomme bækken og den øverste del af røret strax efter en sprudning. Man har dernæst iagttaget tiden, som gik med, inden vanddampen nedenfra ved fortætning til vand fyldte dette rum, og man har således fået ud, at Geisir virker som en almindelig høitryk-dampmaskine af 600—700 hestes kraft.

Det hænger af rørets form og dybde om en sådan kilde, som bygger sig selv op, skal blive en geisir med rolige mellemrum som store Geisir, eller et stadigt koghedt vandspring som Skribla, hvor Snorre havde indrettet sig et bad. Tilsidst overbygger den sig selv, kraften ophører at spille, og den plet, hvor engang en spruder brølede, den forvandles til et stumt lunkent bad (*Bunsen*).

Det kan ikke slå feil, at tanken kræver svar på sit spørgsmål, hvorledes naturen holder sin lange husholdning vedlige med alle disse snart faste snart flygtige produkter, som vi finde dels fra selve udbruddet, dels fra eftervirkningen. Vi nødes til at granske

efter de store oplagssteder for disse emner. Hvorfra kommer klorforbindelserne, de saltsure dampe, natron-mængden i såmange lavaer? Hvorfra svovl-forbindelserne og hvorfra tilsidst kulsyren?

Vi kommer her atter tilbage til det svar, som allerede fremskinnede for os under betragtningen af vulkanernes geografiske udbredelse: alt dette kommer istand ved samvirke af havvand og det indre dybs mange emner.

Havvandets kogsalt omsættes i den høie temperatur under medvirkning af vanddamp og de smeltede kisel-forbindelser til klorvandstofgas, som dels udstødes under udbruddene, dels giver anledning til en hel række af klorforbindelser, og natron, som forbinder sig med den smeltede masse. Lavaerne er rige på natron-silikat.

Kilden til svovlgasarterne er vanskeligere at påvise. Da bergarterne indeholde en mængde svovl-metaller og tildels også betydelige mængder svovlsure salte, antager *Bunsen*, at der i smelte-værkstederne i det indre tilberedes svovldamp af bergarterne, og at denne svovldamp videre møder vanddamp og smeltede masser som f. ex. augitlavaerne. Herved vil dels svovlsyrling, dels svovlvandstof udvikles, og med dem er stødet givet til hele rækken af vulkanske svovldannelser i overfladen, svovlsure salte o. s. v.

Da kulsyre-udviklingen kommer tilsidst, synes det at være fornødent, at kilden til hine svovlgasarter først må være udtømt eller ialfald sunket mere tilbage i dybet, før kulsyren kan begynde at virke. Søger man efter de masser i det indre dyb, som kan give så store og stadige mængder af kulsyre, da ligger det nær forhånden at tænke på kalksten. Kemikeren udvikler kulsyre i sit laboratorium af kridt og marmor ved hjælp af syre. Naturen synes derimod her at bruge kalklag i forbindelse med kiselsyre og varme. Kisel og kalk er almindelige i alle formationer. Men smeltes kisel sammen med kalksten og ingen afsperring ved tryk er tilstede, da må dennes kulsyre bortvige som gas, og kiselen forbinde sig med kalkbasen til et silikat. Nu er intet mere fremtrædende i lavasammensætninger end netop kalk — ved siden af natron — som baser i silikaterne. De almindeligste dannelser ved vulkanerne synes således simpelt og naturligt at finde sin forklaring.

Den indre jordvarme. Få af de udenfor os fjernt liggende kjendsgjerninger er så fast videnskabeligt grundede som den, at temperaturen stiger mod dybet. Allerede tidligt iagttog man dette i dybe gruber. Der blev foretaget en række iagttagelser i de saksiske gruber, og man fandt som middeltal 1° *C* tilvæxt i varme på hver 129 fod nedad. — Man indvendte imidlertid, at arbeidernes nærværelse, grubelysene, sprængningen med krudt, og de trange utilstækkeligt luftede rum var de sande årsager. Sagen kunde derfor endnu nægtes, sålænge ikke også de artesiske brønde kom til som vidner. Men ved disse kunstige boringer kunde man sænke passende termometre ned til endnu langt større dyb, og uden at nogen af de ovennævnte årsager der var tilstede.

Således iagttog man temperaturen under boringen af en artesisk brønd ved Genf, 5 tommer i diameter 700 fod dybt; fremdeles ved Rüdersdorf nær Berlin 880 fod, Grenellebrønden ved Paris 1684 fod, Neusalzwerk i Westfalen 2144 fod. På sidstnævnte sted var temperaturen i bunden + 33.6° *C*. Man kom ikke nøie til samme resultat fra disse steder; thi borhullerne gjennemtrænge åbenbart forskjellige lag med ulige varmelednings-evne. Og dertil kommer, at med større dyb synes temperaturen at stige noget langsommere. Men sålangt iagttagelsen rækker, kan med sikkerhed sættes mellem 90 og 100 fod nedad for en tilvæxt i temperatur af 1° *C*.

Men der er bud fra endnu større dybder. De varme kilder vidne om ikke alene høiere temperaturer i jordens indre end + 33.6° *C* som ved Neusalzwerk, men også om disse høiere temperaturers uforanderlighed, altså om det store forråd varme i det indre. De varme kilder ved Achen har en temperatur af + 44 og + 57° *C*., ved Karlsbad + 75.8° og ved Katarinabilder i Kaukasus + 88.7° *C*.

Vi ledes således fra vulkanerne gjennem deres eftervirkninger atter tilbage til kilderne.

Teorien for de artesiske brønde (navnet skal skrive sig fra den første større kunstige boring i grevskabet Artois i Frankrige) er den samme, som overhovedet for opkomsten af en kilde midt på sletten. En del af det vand, som har den længere vei at vandre, finder nedgang i fjeldlagene gjennem ridser og sprækker, eller drypper (filtrerer) gjennem sten- og jordmasserne. Sand, grus, rullesten, selv sandstene lade vandet gå gjennem; mergel og ler holder det tilbage. Det nedgående vand samler sig derfor over det første ugjennemtrængelige lag. Og hvor dette udtræder i dagen, der må det også, følgende en eller anden naturlig ujævnhed, såsom en rende, udvælde i dagen til en kilde.

Nogle exempler vil gjøre dette tydeligt. Eidsvolds-kilderne udtræde i smådale, hvor det 50—80 fod tykke overliggende gjennemtrængelige sanddække møder de ugjennemtrængelige ler-lag. Her behøves altså ikke nogen artesisk boring for at bringe vandet til dagen. Det kulsyre-holdige vand fra dagen forsyner sig med jern fra de brune sandlag, og udtræder i dalen med jordbundens almindelige middeltemperatur dersteds.

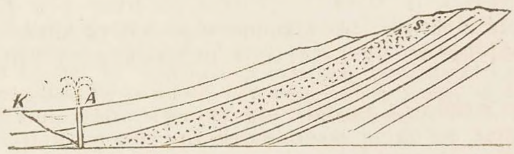
180.



Jern-kilder udtræde mellem det kornede sand og det seige ler.

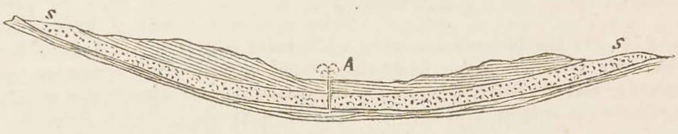
Anderledes bliver det, hvor et vandførende gjennemtrængeligt lag er indesluttet mellem 2 ugjennemtrængelige.

181.



Artesisk brønd-boring.

182.



Artesisk brønd-boring.

S betyder det vandførende lag, som forsynes med inddryp fra Dagen. Slige lag suge såmeget vand ind, at man har mærket en tydelig mindre vandstand i floder, som flyde over dem. Ved *K* vilde, hvis her en sprække var tilstede, en kilde kunne udtræde; hvis ingen er tilstede, går det underjordiske vand tabt for overfladen, med mindre der bores ved *A*. Vandet vil stige efter lovene i sammenhængende (kommunicerende) rør. Ifølge disse simple love har man endog skaffet vand ude i havet, som i Venedig, hvor der i 1849 blev skaffet vand

ved at bore dybt ned på 3 vandførende lag, der stikke op vestenfor på fastlandet — eller som i det østlige Sahara, hvor vandførende lag er tilstede i dybet. General Desvaux lod her bore siden 1856, med vandet som man fremlokkede, fulgte snart oasen; i 1864 var over 80 brønde opborede i provindsen Konstantine.

Den artesiske kilde træder ud med den varme, som vandet har fået på sin underjordiske vei, og er altså ligefrem vidne om dybets temperatur. De bestanddele, som den fører opløst med sig, har vandene taget fra bergarterne på den samme vei.

Det samme er tilfældet med de egentlig såkaldte mineralkilder, hvis høiere temperatur skriver sig fra endnu større dyb, og som derfor også fører frem en stærkere mængde af opløste bestanddele. Nu har man fundet, at hine varme mineralkilder ikke er regelløst fordelte. De optræde i rækker, som følge ældre eller yngre brudlinier i jordskorpen, ofte også ligetil på de eruptive bergarters grændser. Mineralkilderne kan derfor ansees som vulkanske eftervirkninger; thi de er i alle henseender knyttede nærmest til disse — ved bestanddele og ved beliggenhed. Men ved videre at udforske de forskjellige trin i den tusindårige vulkanske eftervirkning, dannelser og omdannelser, den opløsende og afsættende evne, og sammenholde dette med ertsgangenes indhold, beliggenhed, gradvise fyldning med mineraler og ertser — kommer man til den slutning, at også disse (ertsgangene) må forklares i lighed med de vulkanske eftervirkninger. Efter store udbrud med masser fra dybet i ældre tider virkede dampe, gaser og flygtige forbindelser gjennem spalter og fyldte dem med mineraler og ertser. Sådane spalter er ertsgangene.

Kun et exempel: zeoliterne, denne gruppe af smukke og kjendelige mineraler, optræde meget ofte på *ertsgange;* de er også særdeles hyppige i bergarter, der kan fremvise *mandelstene,* således i basalternes, porfyrernes, lavaernes og tuffenes blærerum. Når vi altså oplyses om, at de samme zeoliter også kan dannes af *mineralkilderne,* da kan dermed sammenholdes hvad vi ser af ertsgangenes (pag. 58) og mandelstenenes (pag. 71) struktur, og det bliver klart, at der er *en* dannelsesmåde mer eller mindre fælleds for dem alle, nemlig vulkanske eftervirkninger.

Mineralkilderne ved Plombières i Frankrige ligger i en dal mellem Vogeserne, som er bygget af broget sandsten ovenpå granit som grundlag. Kildernes temperatur er + 70° *C.* Romerne havde her i gamle tider udført arbeider for at lette de varme kilders løb, navnlig opført en rende af „béton“. Dette murværk består af brudstykker af dels brændt teglsten dels hin brogede sandsten, alt bundet ved et kit af kalk uden tilblanding af sand. Ved nye arbeider for nogle år siden fandt man i *denne gamle mur* forskjellige zeoliter dannede, såsom apofyllit, chabazit, harmotom; videre også nogle andre mineraler, som ukrystalliseret glasagtig kvarts (eller hyalit), aragonit, kalkspat, flusspat.

Det var vitterligt, at her kildernes vand i vexelvirkning med murens teglstenstykker og kalk-kit havde dannet disse mineraler i den historiske tid. Kilderne selv indeholde ikke alle zeoliternes bestanddele; vandet fører især *kiselsurt kali* med sig. Men den nødvendige mængde *kalk* og *lerjord* til hine zeoliters dannelse fandt naturen i kalk-kittet og i teglstenen af selve muren.

Apofyllit er nemlig	kalk,	kali,		kiselsyre	og vand.
Harmotom er	kalk,	kali,	lerjord,	kiselsyre	og vand.
Chabazit er	kalk,		lerjord,	kiselsyre	og vand.

Kiselsyre og kali førte vandene med sig, kalk og lerjord toges af muren (*Daubrée*). De nævnte zeoliter er ganske små, men fuldkommen kjendelige. De bedste håndstykker findes i Paris

Dyr- og plantelivs udbredelse.

Det er fordelingen af hav og land, som betinger klimatet i forbindelse med havstrømme, opragende fjeldlinier og den geografiske bredde. Klimaterne, såvel havets som landjordens, betinge nutildags igjen dyr- og plantelivet. Gjennem de geologiske perioder har fordelingen af hav og land i den grad påviseligt forandret sig og været en anden, at man allerede har forsøgt sig til den vanskelige opgave at give karter for verdensdelenes udstrækning i de forskjellige tider. Med klimaterne og lands fordeling har altså også dyr- og planteverdenernes udbredelse været en anden.

Det nuværende dyr- og plantelivs udbredelse i rum og i dyb giver os fingerpeg til forståelsen af de svundne tider — eller til dets udbredelse i tid, som omhandles i palæontologien. Vel kjendt af naturhistorien er det, at visse egne på jorden eie en for dem eiendommelig dyreverden (fauna) — eller planteverden (flora). Ligeså sandt men mindre kjendt er det, at også havet har sine strækninger eiendommelige ved det der levende dyr- og planteliv. Stratigrafien har fortrinsvis at gjøre med havets dannelser, med de lag, der er bundfældte under havets dække og ved vands hjælp, og den sammenligner sådane lag med hverandre ved de i dem indeholdte levninger af dyr og planter. Hvorledes er altså fordelingen af dyr- og planteliv i den nuværende jordtilstand? Dette spørgsmål må først korteligt besvares; thi af det nu værende og nu virkende søger forskningen at fremdrage love og gjenkjende dem for det forsvundne.

Udbredelsen i rum. Uagtet der her endnu er en vid mark åben for undersøgelsen, kan man dog allerede med sikkerhed opstille flere *fastlands*-regioner på den ene side og *marine* regioner på den anden, hvor da fornemlig planter, insekter og de høiere landdyr er betegnende for de første, derimod bløddyr, strålедyr, fiske for de sidste.

Et oversigtskart over de *havets regioner*, som man har opstillet, kan man temmelig let skaffe sig på følgende måde: tag et verdenskart og mal derpå:

1) med *blåt* alt hav som ligger n. for Asia, Aleuterne, Amerika indtil Ny-Foundland, og drag linien derfra til nordspidsen af Island og Nordkap. Mal videre også med blåt havet ved sydpolen samt omkring Amerikas sydspidse.

2) med *grønt* alt hav ved Norges og Islands kyster samt derfra ud henimod Ny-Foundland. Videre også ved Aralsøen og det kaspiske hav. Videre det Ochotske hav, Kurilerne, Aleuterne og den tilstødende vestkyst af Amerika.

3) med *brandgult* alt hav omkring Storbritaniens kyster, Kanalens, Nordsøens, Danmarks, Østersøens.

4) med *rødt* alt hav ved Middelhavets kyster, Spaniens, Portugals, derpå ud over Madeira, Azorerne, Kanarierne til de forenede Staters kyster fra omtrent 42° n. br. (nordenfor er borealt indtil det arktiske) og til Floridas spidse. Videre Oregons og Kaliforniens kyster og derfra ud mod Japans og Koreas;

5) med *gult* alt det hav, som ligger mellem sydgrændsen for 4 og nordgrændsen for 6;

6) med *gråt* alt hav ved Afrikas sydspidse mod Kaplandet, derfra ud til Australiens sv.-kyst, syd-kyst og so.-kyst, videre Ny-Zealands, derfra ret ud og siden op til Perus og Chilis Kyster:

på kartet er da adskilt følgende

hav-regioner: 1) den *arktiske eller polare* region, 2) den *boreale* eller endnu nordlige region, 3) den *keltiske* region, 4) den *middelhavske*, 5) den *indiske*, 6) *syd-regionen.*

Grændserne for disse naturlige riger for dyrelivet i havet dannes

ved verdensdelene med deres kystlinier, ved havstrømmene og ved den middel-temperatur, som følger af disse. Da kolde og varme strømme ofte løbe lige ved siden af hverandre i modsat retning (som ved golfstrømmen), kan grændsen undertiden være pludselig og skarp, på et lidet rum uanseet breddegraden.

Fastlands-regionerne kan også let stilles for øie. Grændserne for dem er endnu skarpere. Undersøgelsen er naturligvis også her lettere. Bergkjæder, store ørkener, sø og hav forhindre udvandring i det store fra en provinds til den anden. En kanal som den mellem England og Frankrige — kjæder som Andes, Pyrenæerne, Alperne synes at sætte uoverstigelige grændselinier dels for fauna, dels for flora på begge sider. Når landene på begge sider af en sådan grændselinie desuagtet er lige, ledes man til den tanke, at grændselinien selv er kommet istand senere (f. ex. kanalen mellem England og Frankrige, strædet ved Gibraltar o. fl.). Af vel udprægede land-regioner har man opstillet 27.

Vi får en anelse om deres betydning, idet vi i tanken sammenfatte, hvad der vides om dyr- og planteliv i:

1) den *germanske* landregion, som strækker sig over hele Nord-Europa og Nord-Asien, men afgrændses ved Pyrenæerne, Alperne, Karpaterne, Kaukasus, Altai;

2) den *lusitanske*. Over Middelhavs-landene med Schweiz, Østerrige, Ungarn, Krim og de kaukasiske lande;

3) den *afrikanske*. Over det tropiske Vest-Afrika;

4) *Kap*-regionen i Syd-Afrika;

5) Yemen — Madagaskar. Arabiens høiland (Yemen) danner en bestemt botanisk region, begrændset mod n. ved regnløs ørken.

Udbredelsen i dyb. Ligesom høiden over havet opad sætter grændser for bestemte bælter betegnede ved dyr og planter, således er det med dybden under havet nedad. Det meste, rigeste og forskjelligste liv vrimler i nærheden af vandskorpen såvel under som over. Efter især bløddyrenes udbredelse i dybet har man (*E. Forbes* og *M. Sars*) opstillet flere bestemte regioner:

1. *Kyst-bæltet* eller littoral-zonen ligger mellem flod og fjære. Visse slægter, som her holde til, betegne igjen klippefuld og stenet bund såsom litorina og mytilus, eller sandig såsom kardium.

2) *Tang-bæltet* eller laminaria-zonen, fra lavvand indtil 15 favnes dyb. Først og fremst er det her tang (laminaria) og andre havplanter, som danner undersøiske skove og tjener forskjellige bløddyr til føde. Af tangen lever kuvunger som for exempel trochus. Andre, som lever af rov, findes i dette bælte, såsom bukcinum, natika. Til dette bælte hører også østers-bankerne.

3. *Småkorallernes bælte* eller den koralline zone, fra 15 favne til omkring 50 favne. Her findes for exempel bukcinum, fusus, pleurotoma, natika o. fl. små-koraller, echinus.

4. I *dybhavs-grunden* eller den dybe zone, fra 50 til 300 og 400 favnes dyb og endnu længer, anså man før livet for at være tilbagetrængt eller ialfald fattigt. Dog er der (efter *Sars*, sen. og jun.) hertil ingen grund. Her findes endnu en stor mængde bløddyr, krebsdyr, orme, pighudede og rizopoder. I den dybe zone findes fremdeles nullipora og små koraller, til hvilke terebratuler sætter sig fast. I de nordlige have findes store koraller som okulina her. Betegnende er også den skiveformige krania og den rørformige dentalium. I mudde-

ret fra dyb bund findes derhos ofte skjæl og vinge-snegle, som lever på overfladen i åbent hav, og hvis efterladte skaller synker tilbunds.

På de største dybder i Atlanter-havet ved telegraftrådens linie, i Nordishavet under Spitsbergen og i det Kamschatske hav har man endnu fundet utallige levninger efter dyrliv, men fornemlig i mikroskopisk størrelse, især skaller af rizopoder (se pag. 118). Man kan her ikke hente en klype dynd op uden i den at finde hundrede og tusinde rizopodeskaller.

Udbredelsen i tid afhandles i stratigrafien. I fjeldlærens formationer, som bestå af etager, opførte af på hinanden liggende lag, og som indeholde resterne efter de forskjellige faunaer og floraer, læser man om tilværelsen af alle de former, som er forsvundne gjennem tiderne.

Lagene sammenlignes ved deres indhold. Lagdannelser fra samme store tidsrum indeholde samme eller lignende dyr- og plante-rester — med de forskjelligheder som rummets og dybets regioner til enhver tid betingede. Medens de mindre afdelinger er mærkede ved særegne arter, er de større betegnede ved under-slægter, slægter eller familier.

I henseende til bergarten eier *enhver* af formationerne lagfølger af *både kalkstene, sandstene og lerskifere*, undertiden af *sand og ler*, undertiden også med *kullag*. Disse lag forestille hav- og fastlandsdannelser, det er: i det våde eller på det tørre, på stort eller lidet dyb, ved kysten eller på oceanets bund. Bergarterne i en og samme formation, det er: fra en og samme tid, kan være såre forskjellige, og på den anden side kan ældre og yngre formationer kun betragtet af selve bergarten (det er: ganske forskjellige tider) ofte være hinanden særdeles lige.

I henseende til livet ser vi, at der inden enhver af disse formationer ikke optræder en tilsvarende uregelmæssig vexlen med former. Men livet, således som det skinner tilbage ved de levnede rester, er ombyttet og fornyet gjennem hele rækken af formationer, fra de ældste til de yngste. Massen af de betegnende former er for en og samme formation i enhver forresten nok så forskjellig lagfølge dog den samme. Fossilerne er for geologien (fjeldlæren) hvad mynter er for oldgranskningen. De fastsætte tiden, idet de fastsætte dyr- eller plantelivets udseende; thi udseendet er ompræget gjennem tiden.

Bestemmelser af tidens længde. Ligeså sikre som de fleste af fjeldlærens kun indbyrdes tidsbestemmelser er, at denne formation, denne etage, dette lag er ældre eller yngre end hin, — ligeså usikre og svævende derimod er for øieblikket endnu dens tidsbestemmelser i tal af år.

Hvis et lands stigning altid foregik uafbrudt og med samme hurtighed, hvis de store floders deltaer voxede altid under samme forholde, hvis al koral-kalk byggedes af de samme kjendte klippebyggere og altid under samme forholde, hvis en stor flods udgravende kraft arbeidede på at hule sit leie alene uden tilstødende andre omstændigheder: med andre ord, hvis disse og lignende indviklede forhold lå klare og udfoldede for os og skikkede for en aldrig feilende beregning: ja da kunde vi bruge sådane store kjendsgjerninger som Skandinaviens stigning, Nil-deltaets og Mississippi-deltaets væxt, Floridas koralklippers væxt, Niagaras marsch baglænds, delta-keglen ved Tinière, som naturens tidsmålere, og med dem regne ud den svundne tid, som medgik for disse udrettede arbeider. Med de tal, man således får, kommer vi dog kun gjennem „nutiden". Vi måtte altså, for også at få et mål for de forudgangne tider, sammenligne tykkelserne af de ophobede lag fra enhver tid. Lagene består af sandstene og lerskifere, som er rent sedimentære, samt kalkstene, som især er udfældte ved organismerne. Man har antaget, at 1 fod kalksten

svarer i tid til 5 fod sediment. Man har derefter reduceret periodernes lag-tykkelser til lutter sediment, og fundet at nylivets, middellivets og gamlelivets tid (udtrykt ved tykkelsen af deres sedimenter) forholde sig som $\frac{1}{2}$: 1 : $3\frac{1}{2}$ (*Dana*). Men nutiden, for hvilken man har opstillet store tal, er igjen sandsynligvis mindre lang end den mindst lange af hine perioder, nemlig nylivets. Det er imidlertid vanskeligt at udføre sammenligningen; thi netop nutidens største sedimenter ligge i havet, hvor vi ikke kan måle dem.

Men om end tallet af år endnu skinner uvist for os som i en tåge, så er det dog en dyb udsigt i tidens længde — denne, som fjeldlæren åbner. Kun har den endnu ikke fundet sit rette tid-mål ligesom stjernelæren har sit rum-mål, når den udregner afstanden i jord-radier.

Sjelden hænder det, at man får ganske bestemte tids-data, men disse gjælde da mest enkeltheder. *Nøggerrath* beregnede ved at tælle årsringene på en fossil træstamme, fundet i dybtliggende brunkul-lag ved Bonn, dette træs alder til 792 år, og dog falde alle disse år ganske vist indenfor brunkultiden, som igjen kun er en brøkdel af nylivets tid.

Forskjellig opbevarings-tilstand af levningerne.

Der er stor forskjel mellem *krystaller* og *fossiler*. Snestjernen, kogsalt, kandis, bergkrystallen er matematisk afgrændsede med vinkler, rette flader og linier. De vise det livløses skarpe former. Fossilerne derimod vise det åndende og voxende livs ubestemtere bølgelinier. Navnet *forstening* passer kun i enkelte tilfælde, ikke i alle. Ved *fossiler* derimod forståes alle de former af dyr- og plante-levninger, som findes nedlagte i sten- og jordlagene. De er gjemte i sten, og består ofte selv af sten, men er ingenlunde altid forvandlede til sten.

Ikke alt er nemlig skikket til at forvares. For største delen består dyr- og plantelivs emner af sammensatte forbindelser, hvorom den organiske kemi lærer. Men disse forbindelser kan føres tilbage til få og simple stoffe, som dels er flygtige selv, dels let kan danne flygtige forbindelser: surstof, vandstof, kulstof, kvælstof (se pag. 79 og 126). Disse forbindelser kan betragtes som forgjængelige, ikke således forstået, at nogen mindste del af dem skulde kunne forsvinde, men de går over til andre tilstande: til gasform, blande sig med luften, til vanddamp, blande sig tilsidst med havet — eller de efterlade en håndfuld aske, blande sig med jorden. De i forhold mindre mængder af sten-bestanddele, som er i legemerne, holde bedre stand, vise sig forholsvis mere uforgjængelige, såfremt de gjemmes beskyttede mod snarlig opløsning. Af planter og dyr finde vi derfor kun undtagelsesvis hele tingen eller hele legemet; men det flygtige er gået væk; det stenagtige blev tilbage. Således findes:

Af planter: den efter forkullingen tiloversblevne rest, ligefra det papirtynde sorte blad med alle dets nerver, og den fladtrykte rodstængel med dens forgreninger til den tykke forkullede skorpe af en indvendig med sten fyldt stamme eller andre ganske forstenede stammer, hvori vi endnu øiner karbundter og tæller årsringe.

Af krebsdyr finde vi skallerne gjennem alle tider, krabber i det yngre kridt og trilobiter i devon og silur.

Af pighudene, som sølilier og søpindsvin, findes også deres kalkdele, de af kantede stykker sammensatte skaller, og det er let af dem at se, at kridt-tidens søpindsvin optræde med andre slægter end jura, eller at juras sølilier er andre end i kultiden, devon og silur.

Af skjæl, såsom østers, blåskjæl, hjertemusling, eller kuvunger, såsom strandsnegl og landsnegl, findes skallerne ligefra nutidens opskyllinger ved flod- og strandbred til fremmede slægter i de ældste primordiale lag. Og ikke alene af skallernes ydre men også i deres indre, om dette er rent vasket, ser vi af låsens form, af låstænderne, af muskelindtryk, mærker efter blodkarrene og den aftegnede rand efter kappelinien o. s. v. ofte sikre kjendemærker på familier og slægter.

Af koraldyr findes ligeledes deres faste dele, deres huse, ligefra de pag. 119 nævnte klippebyggere i nutiden til en skare af uddøde slægter i jura, i kul og silur.

Også af de små klippebyggeres skaller (pag. 120 og 118) som rizopoder og diatomaceer findes levningerne, således i millionvis af nummuliter (fig. 295) i de ældste tertiære lag, og andre i kridt, i kiseljord.

Af hvirveldyr findes tænderne, for exempel af haier fra tertiær-havet, som engang dækkede Schweizer-lavlandet; eller tænder af den uddøde elefant på Lombardiets sletter, Englands kyster, ved det nordlige Siberiens floder, fra eftertertiær; videre ryghvirvlerne, for exempel af fortidens uddøde krybdyr, de store firben i lias og jura; eller enkelte knokler, hovedskallen, ja hele sammenhængende skeletter — som for exempel på de sidste: fiske fra kridt, firben fra lias, de store uddøde landdyr i efter-tertiær. Yderst sjeldne, fra de sidste epoker, og under særegne omstændigheder er sådane fund, hvor man har et helt dyr for sig. Således fandt man 1799 ved mundingen af Lena i Siberien en hel elefant (mammut) i bundfrosset jord, med kjød, hud og lange hår og derimellem fin rødlig uld på kroppen. Og hos en anden ligeledes hel elefant kunde man undersøge dens foder, som lå tygget mellem tænderne.

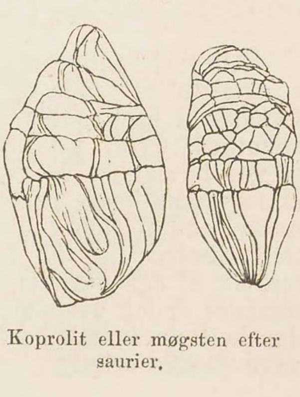
Også exkrementerne efter fortids dyr findes, da de bestå af mere uforgjængeligt emne, fosforsur kalk. De kaldes *koproliter*, og kjendes navnlig efter de store firben i middel-livets tid. Som handelsvare til gjødning, under navn af „fosfat" eller vel også „koproliter," er det imidlertid mest knokler, tænder, svampe m. m. hvad der frembydes, ikke såmeget ægte koproliter.

Sammensætning af koproliter, fossile og nye ben (efter *Dr. Ure*).

	Fosfater*)	Kulsur kalk.
Koprolit fra Englands sydkyst i øvre grønsand	29.7	39.5
Koprolit fra Englands sydkyst i lias . .	65.	23.6
Fossile ben fra Krag i England . . .	60	18.
Nye ben af oxe	57.	3.
Nye menneske-ben , . . .	81.	10.
Gamle menneske-ben, fra en romersk gravhøi	76	10.

*) nemlig foruden fosforsur kalk i størst mængde også fosforsur lerjord og jernoxyd.

183.



Koprolit eller møgsten efter saurier.

Den forskjellige forstenings tilstand. Denne kan angives som:

1. *Omhylling* (inkrustation). Tingen er

selv hel eller delvis forhånden, indlagt i en fremmed beskyttende masse.

2. *Aftryk. Stenkjerne.* Tingen er ikke selv forhånden, kun dens form eller afstøbning.

3. *Gjennemtrængning. Fyldning.* Tingen selv eller dele af den er forhånden, men fyldt i sine oprindelige hulheder med fremmed masse.

4. *Forvandling* (substitution). Tingens form er forhånden, men de oprindelige emner er ombyttet med andre, fremmede.

Exempler. 1. Ligesom man ved Karlsbad (pag. 114) kan lave sig en kunstig omhyllet blomsterbuket, har man gren og kvist omgivet af kalktuf, fiskeskeletter og skjæl indlagte i mergelboller og marleker (pag. 121), trilobiter og skjæl i kalkboller, rav med indsluttede insekter og blomsterstøv. Så forskjellige som disse dannelser er ellers, i dette kan de samles: som omhylling.

2. Hid hører fodsporet eller faret. Man kjender faret efter en kjæmpemæssig padde i sandsten fra trias, faret efter kjæmpefugle o. s. v., ja efter krebsdyr og kræk på søbunden. Stenkjerner er især hyppige af skjæl (brachiopoderne og konchifererne). Skallerne selv er forsvundne, men den indvendige huling med de tilsvarende muskelindtryk o. s. v. er endnu opbevaret. Også af kuvunger (se nedenfor).

3. Således haves igelkot med deres oprindelige kalkskal fyldt indvendigt med kridt eller med flint. Hyppig er også sådan fossil tilstand hos de symmetrisk enskallede bløddyr, kefalopoderne. Det yderste åbne våningskammer er hos dem gjerne fyldt med den omgivne skifer, sandsten eller kalksten, hvorimod i de indre, lukkede, såkaldte luftkamre forskjellige mineralske emner har trængt ind i opløsning, hvoraf de igjen udkrystalliserede, således at luftkamrene ofte bliver til ligeså mange druserum. — Videre hos planter, som indvendig har havt en løs og åben struktur, således som f. ex. ved stammer og stængler fra kultiden, findes ofte den forkullede ydre skorpe, og indvendig fyldning med den omgivne skifer eller sandsten, som engang trængte ind som mudder eller sand.

4. Dette er de fuldkomne forsteninger, hvis dannelse foregik ganske i lighed med mineral-forvandlingerne (pag. 55). Det oprindelige emne er fnug efter fnug under stille kemisk virkning bortfjernet, og et andet er afsat istedet. Således finder vi ofte i kridt søpindsvinenes oprindelige kalkskal ombyttet eller forvandlet til flint, eller skjæl og koraller af flint i Amerikas silur, eller hele træstammers masse ombyttet med kalcedon eller halvopal i tertiær eller sjelden forvandlet til kis i kultidens lag.

Til skjønne resultater leder sammenligningen mellem de mineraler, som findes i forsteningerne, med dem, som findes i pseudomorfoserne og i mandelstenenes blærerum på den ene side, og i erts- og mineralgange på den anden side. De hyppigste forstenende emner er kalkspat, flint, kvarts, svovlkis, men vi finder også baryt, jernoxyder, kobberkis, cølestin, gips, flusspat, blænde, blyglands, opal. Vi gjenkjende i dem mineraler, som kan forekomme fortrængende andre i pseudomorfoserne, ligesom de også tildels forekommer i mandelstenens blærerum, men alle findes de på gangspalterne. På ethvert af disse steder må mineralerne være indførte, dels ligetil i opløsning som vædsker, der dråbevis flød gjennem stenlagene, dels ved vexelvirkning mellem sådane og gasarter, som på samme sted udvikledes eller strøg forbi.

Alle vel vedligeholdte fossiler har værd for palæontologen. Det er kun ved at samle og sammenligne mange exemplarer af de samme former, at han sættes istand til at skjelne arter og slægter med bestemthed, og at musæerne tilsidst ved mængden af omhyggeligt bestemte former fra de svundne tider forbause besøgeren. Det er sagt, at fossilerne bedre betegner formationerne (*se udsigt over dannelsernes række*) end vidtløftig beskrivelse af de mangeslags lagfølger, hvoraf formationerne består. Listernes virkelige sandhed står nødvendigvis i forhold til den nuværende kunskab. Nye fund kan øge kunskaben og forandre endog oversigten. Der skal imidlertid mange skridt til, før den hele nuværende forestilling om det svundne liv skulde vise sig at være ganske urigtig.

Dyr-levninger.

Liste (efter *Bronn* og *Rømer*) over tallet af fundne slægter.

Række. Klasse. Orden.	Gamle-livets tid.				Middel-livets tid.			Ny-livets tid.		
	Primordial.	Silur.	Devon.	Kul og permisk.	Trias.	Jura.	Kridt.	Ældre tertiær.	Midlere og yngre *).	Efter-tertiær.
Af hvirveldyr:										
1. *Pattedyr*:										
Hvaler	—	—	—	—	—	—	—	3	13	3
Tykhudede	—	—	—	—	—	—	—	13	24	9
Drøvtyggere	—	—	—	—	—	—	—	1	10	7
Tandløse	—	—	—	—	—	—	—	—	3	16
Gnavere	—	—	—	—	—	—	—	3	16	26
Pungdyr	—	—	—	—	—	1	—	2	2	9
Kjødædende: Sæler	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1
Kjødædende: Rovdyr	—	—	—	—	—	—	—	7	23	12
Kjødædende: Insektædere	—	—	—	—	2	—	—	—	16	5
Håndvingede	—	—	—	—	—	—	—	1	1	4
Firehændede	—	—	—	-	—	—	—	1	3	5
Mennesket	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
2. *Fugle*:								Ny-livets tid		
Far efter fugle	—	—	—	3	1	—	—			
Virkelige	—	—	—	—	—	—	1		42	
3. *Krybdyr*:									14	
Skildpadder	—	—	—	—	—	8	1			
Firben	—	—	—	9[1])	21	37	9		10	
Slanger	—	—	—	—	—	—	—		4	
Froske	—	—	—	1[2])	1	—	—		14	
4. *Fiske*	—	6	27	—	15	56	46		21	

[1]) De første 3 slægter vise sig i kulperioden, archegosaurus, protosaurus.
[2]) Nemlig kun faret i permisk (se fig. 190).

	Primordial.	Silur.	Devon.	Kul og permisk.	Trias.	Jura.	Kridt.	Ny-livets tid.
Af leddyr.								
1. *Insekter*	—	—	1	2	—	90	—	3—400[3])
2. *Ædderkopper*	—	—	—	2	—	1	—	53
3. *Tusindben*	—	—	—	—	—	2	—	5
4. *Krebsdyr*	32	48[4])	27	21	10	53[5]	23	41
5. *Orme*	—	9	4	8	3	7	8	6

[3]) Størstedelen af brunkul-planternes periode.
[4]) Deraf ostrakoder 4.
[5]) Deraf dekapoder 42.

*) Brunkul-planternes periode.

Bække. Klasse. Orden.	Gamle-livets tid.				Middel-livets tid.			
	Primordial.	Silur.	Devon.	Kul og permisk.	Trias.	Jura.	Kridt.	Nylivets tid.
Af bløddyr.								
1. *Hovedføddede:*								
A. 2-gjællede:								
Belemnitider	—	—	—	—	—	4	3	—
Andre blæksprutter	—	—	1	2	—	11	3	3
B. 4-gjællede:								
Nautilider	—	4	3	2	1	1	1	2
Ortokeratider	—	18	3	2	1	—	—	—
Goniatider	—	2	3	1	1	—	—	—
Ammonitider	—	—	1	1	3	3	11	—
2. *Bugføddede*	2	28	31	45	34	48	63	186
Kjøl-snegle	1	3	3	2	1	—	—	—
Vinge-snegle	2	12	5	3	—	1	—	8
3. *Armføddede:*								
Egentlige (efter Davidson)	12	16	25	31[1]	12	14	12	10[2]
Rudister	—	—	—	—	—	—	12	—
4. *Muslinger:*								
1-musklede	—	4	5	7	8	16	17	12
2-musklede	—	27	31	60	25	80	75	111
Af stråledyr.								
1. *Pighudede:* sølilier:								
Ægte krinoïdeer	—	27	17	15	6	8	5	3
Cystïdeer	6	9	—	1	—	—	—	—
Blastoïdeer	—	—	3	—	—	—	—	—
Slangestjerner	—	1	1	—	3	4	1	1
Søstjerner	—	1	—	1	2	4	6	2
Søpindsvin:								
Cidarider	—	—	—	1	2	13	14	10
Klypeastroïder	—	—	—	—	—	—	2	9
Kassidulider	—	—	—	—	—	6	14	8
Spatangoïder	—	—	—	—	—	1	8	13
2. *Koraldyr:* zoantaria (blomsterdyr):								
aporosa	—	1	—	—	7	39	57	53
perforata	—	1	1	—	—	3	2	14
tabulata	—	19	15	8	1	1	2	2
rugosa	—	16	24	17	—	—	1	—
Alcyonaria (kork-koraller)	—	—	—	—	—	—	3	4

[1] nemlig i kul 19, i permisk 12.
[2] derhos nulevende 14.

Kunskaben om de fossile moskoraller (bryozoer), infusionsdyr, rizopoder, svampe er måske endnu ikke så vidt bragt, at man kan opstille sikre lister med vel afgrændsede slægter. Vakre svampe findes gjennem alle formationer lige fra de ældste.

Anm. I de nu følgende tegninger betyder tallet, som står hos navnet, forstørrelse eller formindskelse f. ex. $\frac{2}{1}$ forstørret til den dobbelte, $\frac{1}{2}$ formindsket til den halve størrelse i alle længdemål. Når intet i teksten står om formens størrelse, er den tegnet i det naturlige længdemål.

Dyr- og plante-levningerne.

Af *dyre-rigets* fornemste hoved-rækker: hvirveldyr, leddyr, bløddyr og stråledyr er ikke alle lige vigtige for fjeldlæren. Jo færre faste dele legemet eier, desto mindre skikket var det til at opbevares. I listerne over levningerne fra de forskjellige tidsrum vil derfor hele af naturhistoriens almindelige afdelinger savnes.

Hvirveldyrenes klasser: pattedyr, fugle, krybdyr og fiske er alle forestillede i forverdenens liv, og efter tidsfølgen med sikkerhed sidst pattedyr, så krybdyr og først fiske.

Af *pattedyr* findes skelettet eller dets dele, enkelte ben, hvirvler, tænder o. s. v. Deres optræden i masse er knyttet til ny-livets tid, og indenfor denne ser vi navnlig først en mængde tykhudede. Se mere under: Den tertiære periode.

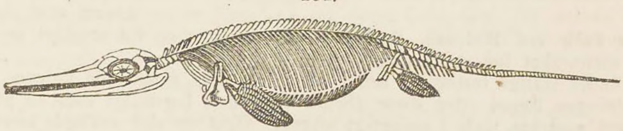
Af *fugle* findes de fleste tydelige rester ligeledes først i ny-livets tid, af den uhyre Moa på New Zeeland, af den ligeledes kæmpestore Æpyornis på Madagaskar. Men nogle far, som ligne fugle-far, har man allerede fra devonisk sandsten, bergkalken og stenkul, endvidere fra trias. Stenkultidens skove synes at have været sangløse og tause — måske på en kvækkende frosk nær eller et par summende insekter. (*Dana*).

Mellem *krybdyrene* med deres ordener: skildpadder, firben, slanger og frosker eller padder sees allerede tidligt mærkelige former (sammenlign listen,) hvis mængde overhovedet gjør middel-livets tid til krybdyrenes tidsalder. Af firben kan exempelvis nævnes:

En *iguanodon* fra kridt. Man har troet efter enkelte ben at kunne slutte til en længde af 75 ja 100 fod! Rimeligere er vel *Owens* beregning: hovedet 3 fod, krop 12, hale 13, tilsammen 28 fod.

Ichtyosaurus, „fisk-øglen," med spids snude og kort hals som en delfin, hoved som krybdyrs, tænder som krokodil, ryghvirvel som fisk, finner som hval. Derhos er øiets størrelse mærkelig. I Stuttgards museum findes et exemplar med øie som en hattepul. Især findes denne slægt fra lias, således navnlig i England og Würtemberg. Man har fundet skeletter af 5 til 8 fods længde; men af enkelte dele har man villet slutte sig til en længde indtil 28 fod. Ingen spor til skjæl-beklædning eller pandser er fundet hos denne.

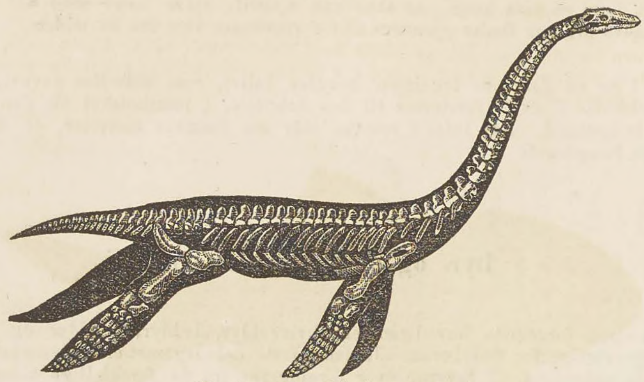
184.



Fisk-øglen. Ichtyosaurus.

Plesiosaurus „havdragen" med lang slangeagtig hals og et lidet hoved, tænder som krokodil, finner som hval, stor krop, som var pandsret næsten som en skildpadde. Hele længden indtil 27 fod. Især fra lias.

185.



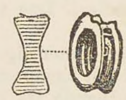
Havdragen. Plesiosaurus.

Sauriernes tænder og ryghvirvler findes derhos ofte løse.

186. 187. 188. 189.







Ryghvirvel af 184.

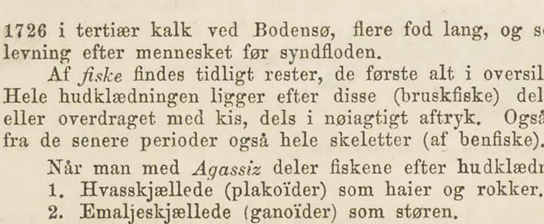


Ryghvirvel af 185.

Tænder af saurier. $\frac{1}{12}$—$\frac{1}{5}$.

Til frosker har man villet henføre de berømte fodspor af „hånddyret“ fra trias, navnlig i broget sandsten, idet man har sammenlagt nogle andre rester såsom en hovedskal, nogle knokler og derefter optegnet et helt dyr; men det er usikkert, om disse dele hører sammen. Andre har ment, at disse spor tilhørte en pungrotte. Fodsporene er to større af størrelse som en hånd og to mindre, afstanden svarer til et skridt. De opbevares idet nyt slam skylles ned i sporet. De således fyldte spor hænge da siden ved det næst over dem lagte lag og løftes af med dette, så vi får se deres underside.

190.



Faret efter chiroterium og en måske urigtig krop.

Videre hører herhen også slægten *andrias* — folke-padden — hvoraf man fandt et skelet 1726 i tertiær kalk ved Bodensø, flere fod lang, og som en tid urigtigt troedes at være levning efter mennesket før syndfloden.

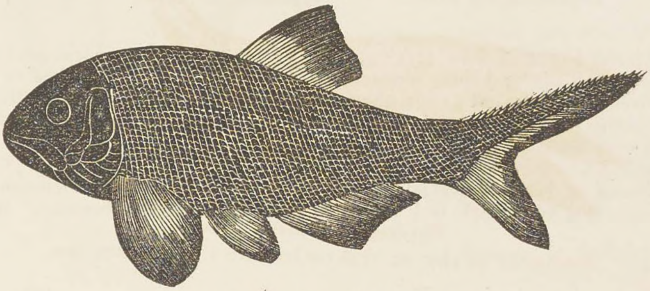
Af *fiske* findes tidligt rester, de første alt i oversilur, i mængde i devon og kul-tiden. Hele hudklædningen ligger efter disse (bruskfiske) dels legemligt som en pose, forkullet eller overdraget med kis, dels i nøiagtigt aftryk. Også en stor mængde tænder findes, og fra de senere perioder også hele skeletter (af benfiske).

Når man med *Agassiz* deler fiskene efter hudklædningens skjæl i:

1. Hvasskjællede (plakoïder) som haier og rokker.
2. Emaljeskjællede (ganoïder) som støren.
3. Glatskjællede (cykloïder) som lax.
4. Kamskjællede (ktenoïder) som abbor:

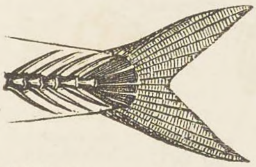
Så finder man, at gamle-livets fiske for største delen tilhørte bruskfiske (1) eller emaljeskjællede 2, medens ægte benfiske 3 og 4 først optræde i masse i kridt og derefter i ny-livet og nutiden. Derhos udmærker sig gamle-livets ganoïder ofte ved ulige kløftet hale som haien og støren. Til ganoïder med rudeformede skjæl hører nogle af de allerældste slægter, som cefalaspis og dipterus i devon, palæoniskus i kul og permisk, amblypterus (stumpfinnet) i kul.

191.



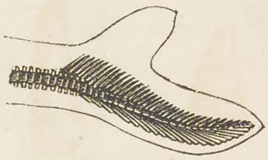
Amblypterus fra kul.

192 a.



Middel-livets og nutidens ganoïde-fiske med ligekløftet hale.

b.



Gamle-livets ganoïde-fiske med uligekløftet hale.

193.



Tand af hai.

Af ægte *haiers* kjendelige tænder findes en stor mængde i kridt og i ny-livet.

Af *leddyrenes* klasse findes mange fuldkomne levninger.

De første *insekter* finder vi (for exempel aftryk efter vinger) mellem resterne af de første skove, fra stenkultiden. En overordentlig rigdom af slægter vrimler os senere imøde fra brunkultidens skove. Også af ædderkopper, tusindben, orme er mangt spor påvist (sammenlign listen); men især er krebsdyrenes klasse forestillet ved en mængde familier og slægter.

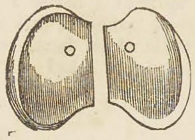
Af *krebsdyr* må vi nøiere kjende ostrakoder og trilobiter.

Ostrakoder — muslingkrebs er for største delen små, indtil mikroskopiske. De er omsluttede af et kalkskal eller hornagtigt skal næsten som en musling. Når vi tager nulevende slægt cytere som forbillede og ser dyret i sit skal fra siden, da opdage vi foruden skallet med øieknuden, dets ryglinie oventil, dets buglinie nedentil, dets for og bag — altsammen ting, som vi skjelne i de fossile — kun de udstikkende følehorn og fødder, som mangle i de fossile.

Af uddøde slægter kan mærkes den glatte *leperditia* og den vortede *beyrichia*, hvilke begge nærme sig særdeles meget til vort forbillede. De findes allerede tidligt, i silur. Ørsmå bønneformige *cypridiner* findes i stor mængde sammen, ofte synlige kun som korn eller punkter, i visse skifere i devon.

Trilobiter — trelappede. Således kaldes en stor gruppe af krebsdyr, som træder op allerede mellem det ældste liv. Hos trilobiten sees en tredeling, ikke alene i hovedskjold, kropskjold og haleskjold, men også langsefter ved 2 furer eller nedtryk.

194.



Leperditia fra silur.

195.



forstørret.

naturlig størrelse.

Cypridina fra devon.

Hovedskjoldet består af flere stykker, som er fæstede i hverandre rand ved rand. Den synlige sammenføining kaldes sømmen, og denne løber forskjelligt hos de forskjellige slægter. Hovedet brækkes ofte efter disse sømme og er da ufuldstændigt. Man adskiller let pandestykket, som ligger forud, fra randstykkerne på hver side. De oftest meget sammensatte øine sidde på sømmen af randstykkerne.

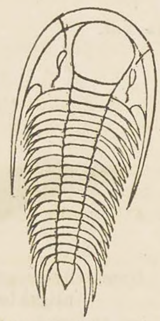
Kropskjoldet har bevægelige led eller ringe, hvorved det blev muligt for dyret at rulle sig sammen og lægge haleskjoldet frem under hovedskjoldet. Forhøiningen midtefter kaldes ryggen. Hos voxne dyr er i almindelighed ringenes tal et bestemt. Men man har

196.



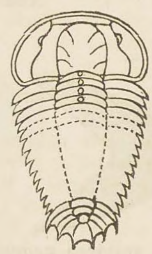
Agnostus*). $\frac{1}{2}$.

197.



Paradoxides. $\frac{1}{2}$.

198.



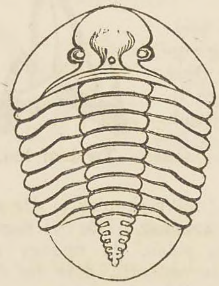
hovedskjold.

kropskjold.

haleskjold.

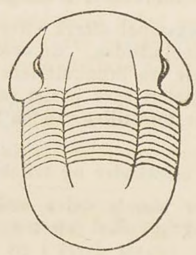
Olenus, alle fra primordial.

199.



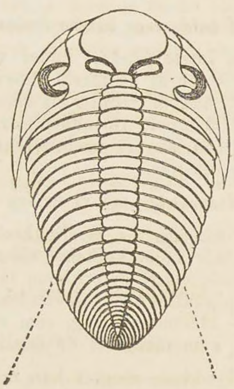
Asafus
fra under-silur. $\frac{1}{2}$.

200.



Illænus — skeleren
fra under-silur. $\frac{1}{2}$.

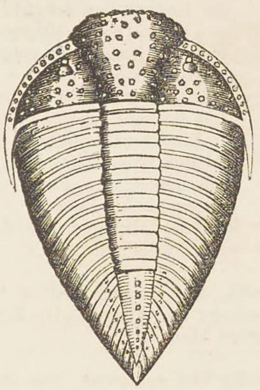
201.



Chasmops — den gab-øiede
fra under-silur. $\frac{1}{2}$.

*) Navnene er såre forskjellige. Nogle er veiledende, og disse vil vi i regelen oversætte, hvorimod slige som agnostus, paradoxides, asafus o. s. v. — den ubekjendte, forunderlige, uvisse — intet udsiger til gjenkjendelsen.

202.



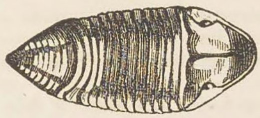
Kryptonymus
fra over-silur.

203.



Trinukleus — den trepuklede
fra under-silur.

204.



Homalonotus — fladryggen
fra over-silur. $\frac{1}{4}$.

påvist af en mængde rækkevis stående levninger, hvorledes dette tal tager til under udviklingen fra unge til voxen.

Haleskjoldet er halvkredsformet og altid udelt, men undertiden forsynet med pigge. Fortsættelsen af ryggen løber undertiden ud som en axe, og på siderne er haleskjoldet ofte tegnet med falske led.

Efter hovedets form, dets enkelte stykker — altså efter sømmenes løb, videre efter tallet af ringe på kropskjoldet o. s. v. deles trilobiterne i slægter, medens skallets øvrige prydelser og tegninger giver arter. Man kjender 477 fossile arter; de fleste i silur, aftagende i devon, kun et par slægter i bergkalk.

Det har endnu ikke lykkets at finde trilobiternes bevægelsesredskaber eller fødder. Når man løsner skallet fra stenen, hvori det sidder, sees det hult og ingen vedhæng. I Kanada har man troet at finde faret efter trilobitens krybende gang — i nogle mærker, der er over 6" brede — og som etsteds kunde følges 13 fod langt. „Protichnites“ (førstesporet).

Bløddyrene bliver til gode tidsmærker i fjeldlæren ved sine skaller, som selv sten er skikkede til at opbevares, ved sit oftest stillesiddende voxende liv, som gjør dem til stadige vidner ved vandets mange arbeider, og ved sin omsværmen i utallig mængde som yngel — hvilket udbreder dem i masse inden hvert større tids-afsnit.

Idet vi må holde os til skallerne, som er det eneste der opbevares, skille vi dem allerførst i *skjæl* og *kuvunger*, hine med 2 skaller, disse med 1 skal — og gjenkjende i de fleste tilfælde let følgende 4 klasser:

1. Hovedføddede. *Kefalopoder.* For største delen symmetriske og med 1 skal.

2 *a.* Bugføddede. Egentlige kuvunger eller snegle. *Gasteropoder.* Usymmetriske og med 1 skal.

2 *b.* Kjølsnegle. *Heteropoder,* } som begge er symmetriske og med 1 skal, hvilket
2 *c.* Vingesnegle. *Pteropoder,* } ikke er delt i flere rum indvendigt.

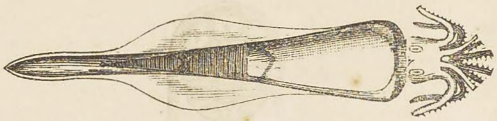
3. Muslinger. Egentlige skjæl. *Konchiferer.* For største delen usymmetriske og med 2 skal.

4. Armføddede. *Brachiopoder.* Symmetriske og med 2 skal.

Ved symmetrisk forstår vi da en sådan form, at skallet ved et snit kan tænkes delt i 2 lige store og tilsvarende dele.

Kefalopoderne er meget talrige og derfor vigtige for de ældste tider, medens de i nutiden forholdsvis må siges at være i aftagende. I den fossile verden udmærker sig navnlig 5 store familier: belemnitider, nautilider, ortokeratider, goniatider og ammonitider. Betragtningen af hovedformerne får her være nok for at give en forestilling om disse dyrs udstyr.

205.



Belemnites tilligemed dyret således som man har tænkt sig det. $\frac{1}{4}$.

Som grundform for *belemnitider* får nævnes den levende blæksprut — skjønt selve slægten *belemnites* (den pilformede) er meget forskjellig fra denne. Men en anden ligeledes uddød slægt (belemnoteutis), som ligesom forener denne med hin, er fundet vel opbevaret i kalksten, således at man kunde skjelne selve den langstrakte krop, armene, ja endog blæksækken.

Når belemniten er fuldstændig, består det hele levnede kalklegeme (som svarer til rygskallet og endepiggen hos nogle levende blæksprutter) af følgende 3 dele:

1) nederst en kalk-kile, spids som spydod nedentil, men oventil med et tragtformet hul til fæste for stykket: 2) kjernen, der er delt i mange under hverandre ligesom mellem urglas liggende trange rum; 3) øverst et hornagtigt blad.

Sjelden findes alle disse 3 dele sammen, sædvanlig kun spidserne, som man kjendte og undrede sig over allerede tidligt og kaldte tordenkiler, djævelsfingre, vættelys.

Slægten *belemnites*, som tilhører især jura, har efterladt en mængde slige spidser. Man gjør af dem 113 forskjellige arter. Slægten *belemnitella*, som for første øiekast synes ganske lig med hin, kjendes let på en spræk oventil i randen og så dyb som tragten. Denne spræk mangler hos belemnites. Af belemnitella opstilles 6 arter fra kridt.

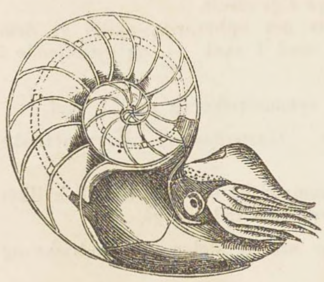
206.



Belemnitella. *a)* spidsen. *b)* samme gjennemskåret med et stykke af den isiddende kjerne. $\frac{1}{2}$.

Som grundform for *nautilider*, *ortokeratider* og *ammoneer* kan bekvemt tages den nulevende nautilus.

207.



Nautilus i sit gjennemskårne skal. $\frac{1}{4}$.

Skallet hos *nautilus* — den søfarende — er oprullet i en spiral-skive. Det er delt indvendigt ved buede skille-vægge i mange rum eller kamre. Det yderste største nærmest mundåbningen liggende kaldes våningskammeret, de andre luftkammere. Fra bunden af våningskammeret går gjennem et med skede forsynet hul et hudrør (sifo) gjennem alle luftkamrene ligetil midtpunktet. Nautilus lever i varme egnes have, men findes også fossil.

Man antog engang, at sådane dyr kunde gjennem hudrøret pumpe vand ind og ud af luftkamrene og derved gjøre sig lettere og tungere, eftersom de vilde stige eller synke. I forbindelse dermed hed det, at de var store svømmere. Men de synes mest at have krøbet på sin bug som sneglen, de fleste af dem var sikkert mere kystboere end havsdyr.

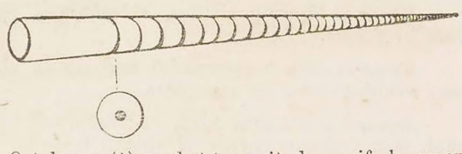
Efter skallets form, efter mundåbningens udseende, sifos beliggenhed samt skillevæggenes form får man familier og slægter, hvorimod skallets ydre prydelser især give artsmærkerne.

Nautilider og ortokeratider (tilsammen *nautileerne*) har (som urglas) buede kammervægge, ammoneernes derimod udbøies i omkredsen bladagtigt lappede eller også vinkelbøiede.

Mellem nautileerne adskilles igjen med lethed følgende slægter:

Ortokeras (rethorn) har ret kegleformet skal. *Kyrtokeras* (krum-horn) derimod et skal, som er et stykke af en bue. Ortokererne kan nå betydelige dimensioner. I ortokerkalken etage 3 i Skandinavien findes de ikke ganske sjelden af en alens længde. Men den største ortokeras er vel (O. Verneuilli) fra undersilur (Illinois). Denne er af en tyk arms omfang og af en mands længde.

208



Ortokeras (¼) med et tversnit, hvor sifo kommer tilsyne.

209.



Kyrtokeras. ¼.

210.



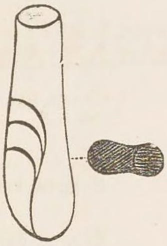
Lituites. ⅙.

211.



Fragmokeras. ⅓.

211 bis.



Askokeras. ⅓.

Lituites (bispestaven) har en tyndere ende oprullet i en spiralskive, men den tykkere del rager lige udstrakt frem. Nautilus er hel spiralformig oprullet, men omgangene omslutte hverandre. Alle disse har en sifo (synlig fig. 208 i tværsnittet). Derimod *askokeras* (læderflasken) har ingen sifo og kun nogle luftkammere liggende på siden.

Er mundåbningen, som på hine var rund eller blot langagtig klemt, indsnevret og delt i flere lapper, da fremkommer *gomfokeras* (klumphorn), som oventil er udsvulmet pæreformig, af et skal forresten som ortokeras, derimod *fragmokeras* (det lukkede horn) af et skal som kyrtokeras.

De forskjellige arter adskilles ved rørets beliggenhed, størrelse, skallets mål, dets ydre prydelser med striber, ringe, fine krusninger o. s. v.

Nautileerne adskille sig fra ammoneerne ved den allerførste begyndelse i skalbygningen. Hos Naut. er begyndelsen kun den yderste ende af keglerøret, ikke udvidet, ikke sammensnævret, men med et ar yderst. Hos Am. derimod er begyndelsen (inderst i det overskårne skal) kugle- eller *ægformet*, udvidet i forhold til det nu næst begyndende første kammer, og derhos sees intet ar. (J. Barrande).

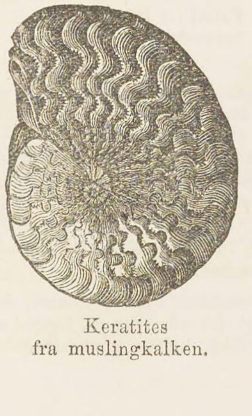
Blandt *ammoneerne* kan adskilles på lignende vis.

212.



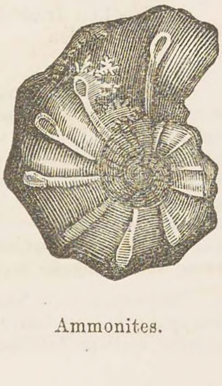
Goniatites
fra kulkalken.

213.



Keratites
fra muslingkalken.

214.



Ammonites.

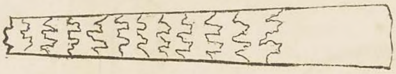
Goniatites (knæbøier) har skiveformigt oprullet skal, men kammervæggene er stærkt vinkelbøiede. Udmærker devon og kul.

Klymenia ligner goniatites, skiveformigt oprullet, omgangene ikke omslutte, kun berøre hverandre.

Keratites (den hornformede) har samme slags skal, men væggene tegne sig udentil med vexlende buer og småspidse.

Ammonites (ammons horn, vædderhornet) har ligeledes skiveformigt og i spiral oprullet skal, men kammervæggene er stærkt lappede, tegne sig udvendig ganske som løvværk. Røret ligger på ydre rand.

215.



Stykke af bakulites.

Bakulites (den stokformede) endelig, der har kammervægge som en ammonit, besidder et lige kegleformigt skal som en ortocer.

Turrilites (den tårnformede) derimod har et skal som en ammonit, men snoet i keglespiral. Efter skallets mål, prydelser o. s. v. har man opstillet 640 ammonitarter. De er så mange, at man igjen må stille dem sammen under familier, for exempel:

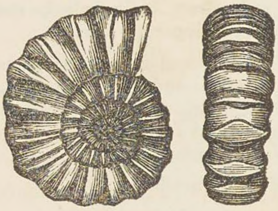
Ryggen har hel kjøl	arietes	lias.
	falciferi	lias, jura.
	kristati	grønsand, kridt.
Ryggen har furet kjøl	amaltei	lias, jura.
	rotomagenses . . .	grønsand, kridt.
Ryg hvælvet	planulati	lias til grønsand.
Ryg hvælvet flad med brede ruder	kaprikorni, lias.	
Ryg flad med 1 række pigge langs hver kant	koronarii	lias.
Ryggens midtlinie fordybet	ornati, dentati	lias til grønsand.

216.



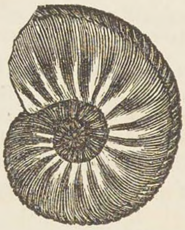
Familien arietes, rygsiden.

217.



Familien kaprikorni, bredside og rygside,

218.



Familien amaltei, bredside.

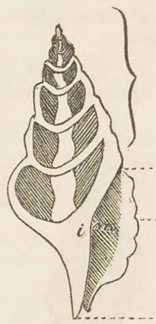
Lærerigt er det nu at iagtage trinfølgen ved disse kefalopoders optræden. I de primordiale lag findes mellem den skare af der opbevarede former ingen kefalopoder. De optræde først i under silur. (Se Joachim Barrandes værk over kefalopoder, med beskrivelser og tegninger af over 2000). Ældst er slægter som lituites i under-silur, ortokeras, kyrtokeras, gomfokeras, fragmokeras, alle i silur. Nautilus selv går herefter uforandret gjennem alle perioder. Dernæst kommer ammoneerne med: goniatites allerede i devon og kul, klymenia i devon, keratites først i trias, ammonites begynder med lias, flest i jura, går op til kridt, bakulites og turrilites i kridt. Kefalopoderne bliver i ret egentlig forstand som prægede mynter fra hver sin tid.

Gasteropoder. Når land-sneglen kryber fremad, idet den udvider og sammentrækker sin tykke fod og bærer skallet på sin ryg, da ligger også skallet i den stilling, hvori vi skjelne mellem dets foran og bag, høire og venstre.

Sneglehuset eller skallet er indvendigt kun 1 rum, ikke delt i mange som kefalopodens. Det er hos de allerfleste oprullet i en spiral, som vender sin spids fordetmeste tilhøire eller som man pleier at sige oprullet tilvenstre. Den sidste omgang er gjerne meget rummelig. Mange har et låg, hvormed de kan lukke efter sig, når de er inde i skallet. Selv dette låg findes hos mange fossile arter.

I kuvungens skal må adskilles spiren *sp.*, mundåbningen *m*, den indre læbe *i*, den ydre læbe *y*, kanalen foran *f*, kanalen bagud *b*. Omgangenes eller vendingernes berøring kaldes sømmen. Ved at give agt på disse deles forskjellige udseende samt selve skallets hovedform kan vi adskille familier og slægter — dog neppe så sikkert som ved de hoved- eller de armføddede. De smukke farver på det udvendige skal, hvilke så skjønt mærke mange levende arter, savnes i regelen- ganske Kun nogle få ef de yngste fossiler vise endnu spor af farve. Skallet kan for exempel være: (de med* mærkede er uddøde)

219.



1. almindelig spiralt,

a. tårnformet som hos *turitella*, tårn-snegl, med mange omgange.

Åbning rundagtig. **Murchisonia* med mange omgange, ellers som en pleurotomaria. *Ceritium*, horn-snegl med mange omgange, som er knortede eller årede. *Potamides*, flod-snegl. Som foregående men uden knorter eller årer.

220.



Murchisonia fra silur.

221.



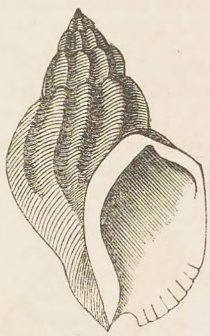
Ceritium fra ny-dagningen.

222.



Potamides fra Pariser-bækkenet.

223.



Bukcinum fra efter-tertiære,

b. kort som hos *bukcinum*, trompet-snegl med få og bugede omgange.
c. kugleformigt som hos *natika*, tyk, glat, med navle.

224.



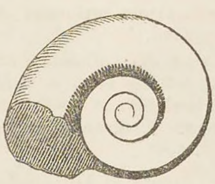
Natika fra efter-tertiær.

225.



Euomfalus fra kul-kalken.

226.



Maklurea fra silur.

227.



Euomfalus fra silur.

Navlen vender opad. Navlen vender nedad.

d. skiveformigt som *helix*, land-snegl, med navle, kan også være kegleformet. Åbning skrå. *Planorbis*, rundskive med mange omgange. **Euomfalus*, stor-navle. Omgange mest kantede eller knudrede. Åbning kantet. **Maklurea* er en euomfalus, som er oprullet tilhøire. For at adskille euomfalus og maklurea opsøges først navlen, navlesiden lægges nedad, derpå sammenlignes, euomfalus vil da som de fleste gasteropoder, lagte i denne stilling med navlen ned, vise sig oprullet tilvenstre, maklurea tilhøire.

e. tenformet som hos *fusus* (ten-snegl) med mange omgange, lang ret kanal. *Trofon* ligner fusus. *Pleurotoma* (sidesplit) med høi spire, lang og ret kanal. Ydre læbe har en split.

f. ægformet som hos *fysa* (blære-snegl), det tynde skal er oprullet tilvenstre. (Stil det opret med mundåbningen frem og nederst).

228.



Trofon
fra efter-tertiær.

229.



Pleurotoma
fra Apennin-randens lag.

230.



Trochus
fra lias.



Stenkjerne
af samme.

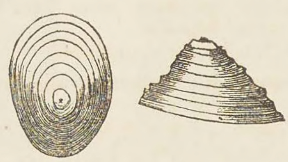
g. topformet med flad grund som hos *trochus* (top-snegl), med mange omgange. Åbning skrå. **Pleurotomaria* (side-spræk) med få omgange. Åbning kantet med en dyb spræk i randen.

231.



Pleurotomaria fra under-silur.

232.



Patella fra under-silur.

h. topformet med hvælvet grund som hos *turbo* (hvirvel-snegl). *Litorina*, strand-snegl, med få omgange, tyk.

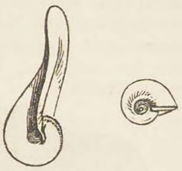
2. Ikke spiral-snoet: såsom rørformet *dentalium*, tand-kuvung, åben i begge ender og tyndere bagtil. Åbning rund.

Lågformet som hos *patella* „albueskjæl". Spidsen står næsten i midtlinien.

Mellem gasteropoderne har man — dels ligefrem af skallerne, dels ad omvei ved at tage i betragtning det hosliggende — kunnet adskille foruden et par land-snegler i tertiær en del utvivlsomme ferskvands-snegler og en del ligeså utvivlsomme saltvands kuvunger.

En særegen orden dannes af *heteropoder*, kjøl-snegle, som svømme i åbent hav istedetfor at krybe på bunden. Til disse har man henført adskillige fossile former, navnlig af den uddøde slægt *bellerofon*, som er 1-skallet og symmetrisk oprullet ligesom en nautilus, men uden kamre indvendig. Arter af *b.* findes fra silur til kulkalk, hvor der er flest.

233 *a.* *b.*



Bellerofon fra silur.
a og *b.* ½.

234.



Teka
fra silur. ½.

235.



Stykke af konularia
fra silur. ½.

Vinge-snegle. *Pteropoder.* Således kaldes en liden gruppe af bløddyr, som tilbringe livet i åbent hav, såvel under de varme bredder som på Ishavet. I udseende og levesæt ligne de hav-sneglernes unger, som svømme livligt omkring ved hjælp af et par finner (vingerne). Deres skaller kastes sjelden til stranden, men synke tilbunds i mudderet på havbunden. Til disse regnes de 2 uddøde slægter:

**Teka,* skeden eller *hyolitus.* Skallet ret, kegleformet, med 3-kantet tværsnit. Findes allerede i primordial.

**Konularia,* småtoppen. Skallet ret, pyramidalt, med 4-kantet tværsnit, hornagtigt. Silur til kul.

Muslinger — *konkiferer.* Skallene er hos disse snart ligestore, snart ulige store, men næsten altid usymmetriske, således, at en linie fra spidsen til randen ikke mærker 2 ganske lige dele. Hvert skal har sin spids, og spidserne er gjerne bøiede i retning forud. Det indvendige skal viser mærker snart efter 1, snart efter 2 lukke-muskler samt efter „kappe-linien". Har man altså ved de fossile skjæl det indvendige blottet og bevaret, så kan man af disse mærker henføre vedkommende skjæl til en af disse større inddelinger: de 1-musklede (monomya) — de 2-musklede (dimya), de med hel kappelinie (integropalliata), de med bugtet kappelinie (sinupalliata).

Videre er muslingernes 2 skal dels ligestore, dels ulige store. Disse — de uligeskallede (pleurokonchæ) — er mest 1-musklede, og indtage i levende live en liggende stilling, altså med et underskal og et overskal, som østersen. Hine — de ligeskallede (ortokonchæ) — er mest 2-musklede og står ret op og ned, halvt begravede i sand eller mudder. Hos dem er altså, da munden vender nedad, et for og et bag. Linien mellem for og bag er skallets længde, og de ligestore skaller selv adskilles som et høire og et venstre.

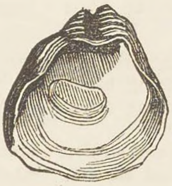
Efter sådane og andre, mere ydre kjendemærker kan de fossile familier og slægter adskilles — såsom følgende:

(De med * mærkede er uddøde)

Blandt ostreïder. Med ulige skaller, 1 muskel-indtryk, utydelig kappelinie, uden tænder.

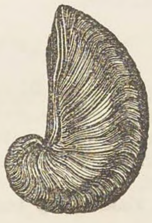
Ostrea, østers; denne bekjendte nulevende slægt findes også i kridt, ja helt tilbage i jura. **Gryfæa,* grib-musling. **Exogyra,* snirkelen. Spidserne er snirkel-bøiede. Ligner ellers gryfæa. *Pekten,* kam-musling. **Lima,* fil-musling. Skallerne lige. Spidserne ud fra hverandre.

236.



Ostrea
fra Portland sand. ½.

237.



Gryfæa
fra lias. ½.

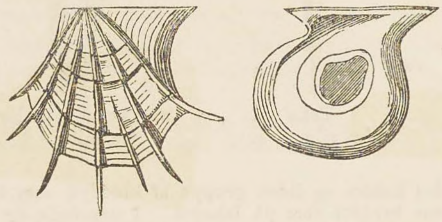
238.



Pekten
fra efter-tertiær. ½.

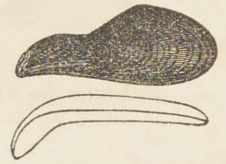
Blandt avikulider. Ulige og skrå skaller, 1 større og 1 mindre muskel-indtryk. Spidserne har øren. Det bagre øre som en vinge.

239.



Avikula fra lias.

240.



Gervilleia fra trias ½. (muslingkalken).

Avikula, vingeskjæl. **Pterinea*, den fjedrede, meget skrå, bredvinget. **Posidonia* med lige skaller, papirtynde, concentrisk furede. De forekomme gjerne mange sammen, især i kulm, devon, lias. **Gervilleia*. **Inoceramus*, ulige skal med trådet struktur, indvendig undertiden perlemor, kridt.

Blandt mytilider. Lige langagtige skaller. 1 mindre og 1 større muskel-indtryk, det sidste utydeligt og bagtil. Tyk mørk overhud.

Mytilus, agn-skjæl — blå-skjæl. Kileformet, tilrundet bagtil.

Blandt arkader, med lige symmetriske skaller, på låsranden en række tænder som en kam.

Arka næsten 4 kantet. *Nukula*, nødden, 3 kantet. *Leda* aflang. Yoldia aflang.

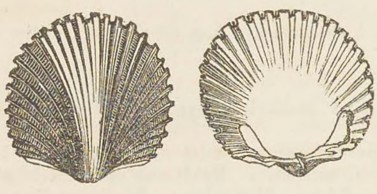
Blandt kardiader. Lige skaller. Hjerteformet. Flere låstænder. Overfladen med strålende folder. Muskel-indtrykkene næsten 4 kantede.

Kardium, hjerte-skjæl. **Konokardium*, kegle-hjerte. Ligner *kardium*, men til begge sider nær spidsen står et rør frem, gabende foran, afskåret bagtil.

Blandt cyprinider. Lige og tykke skaller. Flere låstænder.

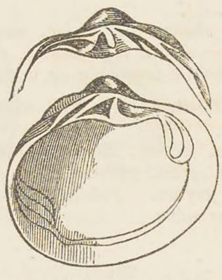
Cyprina, kuskjæl. Med tyk mørk overhud, selv hos de fossile.

241.



Kardium fra London-bækkenet.

242.



Cyprina fra efter-tertiær. ½.

Blandt tellinider. Lige skaller. Kappelinien slår en stor bugt.

Tellina, tallerken-skjæl.

Blandt myacider. Skallerne tykke, ugjennemsigtige, Kappelinien bugtet.

Mya skallerne gabe i begge ender, venstre skal er mindst og har en ske. *Saxikava*, sten-borer. Hullerne, som den borer, er indtil omkring ½ tomme dybe.

Blandt anatinider, med tynde skaller, indvendig perlemor.

Foladomya, tykhvælvet foran kort, bag gabende, overfladen med stråler. Mange fra jura.

Goniomya som *F.* men folderne vinklede og tegne et *V* på skallet. Mange fra jura, og kridt.

Endelig regnes hid også *hippuritidernes* eller *rudisternes* uddøde familie, som med sine besynderlige former mærker kridt. De ligne ved første øiekast bæger-koraller, men er

meget uligeskallede og derhos usymmetriske muslinger, med et rørformigt, kegledannet underskal og et lågformet overskal. Det ene skal var fæstet. En art som et kohorn findes mer end 1 fod lang. *Hïppurites*-hesterumpe. Listen pag. 146 opfører dem efter egentlige brachiopoder og før muslingerne.

243.



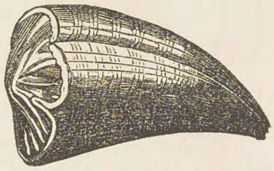
Tellina
fra efter-tertiær.

244.



Saxikava
fra efter-tertiær.

245.



Hippurites
fra kridt. $\frac{1}{2}$.

De armføddede muslinger — *brachiopoder* — optræde særdeles talrige i det forsvundne dyreliv. De nulevende må nævnes som få i sammenligning.

En brachiopod har 2 skaller, som er føiede sammen ved „låsen“ og som kan gabe ved „panden.“ *Bugskallets* lås har 2 tænder, som passe i 2 huller i *rygskallet.*

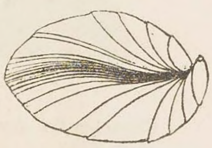
Undertiden er bugskallet gjennemboret i eller ved spidsen. Gjennem dette hul udtrådte da den kjød-stilk, hvorved det levende dyr fæstede sig. Videre bær rygskallet indvendig et eller flere fine kalklegemer i form af en sløife, en spiral, en væg o. s v. som tjener dyrets 2 lange fryndsede arme til støtte. Udvendig på bugskallet, som sædvanlig er det større, mærkes ofte en indbøining langs efter, „bugt“, medens et tilsvarende fremspring, „kjøl“, findes på rygskallet.

De indvendige kalkstøtter og deres form, videre mærker efter lukkemusklerne, mærker efter blodkarrene o. s. v., er de vigtigste kjendetegn for familier og slægter. Det gjælder derfor at samle vel bevarede skaller og rense deres indre fra vedhængende jord eller sten.

Følgende familier kan vi med nogenlunde lethed adskille:

Terebratulider, grundform slægten *terebratula*. Bugskallet gjennemboret i spidsen. Rygskallet har i det indre en sløife. Skallet viser sig under forstørrelsesglas fint punkteret — som med en mængde knappenålstik tæt satte. Overflade oftest glat. Forherskende mål længden.

246.



Terebratula
fra kridt. Danmark.

Spiriferider. Grundform slægten *spirifer*. Rygskallet har i det indre 2 spiraler. Forherskende mål er bredden. Overfladen oftest prydet med udstrålende småfolder. Kun *spirigera* ligner udvendig en terebratula. Spiralerne er rettede udad hos *spirifer* og *spirigera*, derimod opad hos *spirigerina*.

Rynchonellider. Grundform slægten *rynchonella*. Når bugskallet har hul, ligger det under skallets spidse. Skallerne, som ikke er punkterede, ligner forøvrigt terebratuliderne, men overfladen er smårynket med udstrålende småfolder.

247.



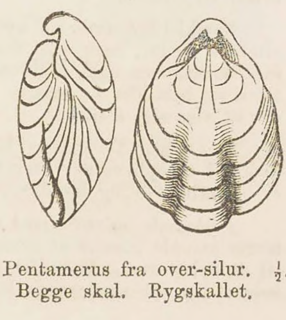
Spirifer
fra permisk.

248.



Rynchonella
fra over-silur.

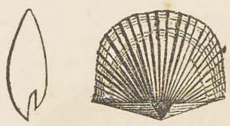
249.



Pentamerus fra over-silur. $\frac{1}{2}$.
Begge skal. Rygskallet.

En anden slægt *pentamerus* (5-kammer) er let kjendelig derved, at den er forsynet med skillevægge, 1 i bugskallet, 2 i rygskallet. Det indvendige bliver derved 5-delt.

250.



Ortis fra under-silur.

Ortider eller *strofomenider* med grundform enten ortis eller strofomena. Begge skaller har lang og ret låsrand. Ingen kalkstøtter i det indre.

Ortis, den retlåsede, er mest kredsrund, oftest med udstrålende småfolder, det ene skal hvælvet, det andet hvælvet eller fladt.

Strofomena er halvkredsformig, forherskende mål bredden. De voxne knæformigt ombøiede ved panden. Under-slægt *leptæna* med det ene skal hvælvet og det andet hult, halvkredsformig.

Produktider, med grundform produktus (den langstrakte) har skallet forsynet med rør eller huller. Den helt med pigge tætsatte og lange *produktus* adskilles let fra den mere brede *Chonetes*, som knn har pigge ved låsranden.

251.



Strofomena fra silur.

252.



Leptæna fra silur.

253.



Produktus fra permisk.

Lingulider — grundform er slægten *lingula*, tunge-skjæl, som er tungeformet. Skallerne er næsten ligestore, glatte, har ingen tænder ved låsen, er hornagtige, sorte eller brune.

254.



Chonetes fra devon.

255 *a*.

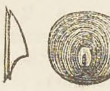


b.



Lingula fra under-silur.

256.



Discina fra primord.

Discinider med grundform *discina*, rundskive, kredsrund, rygskallet som en lav kegle med bagud bøiet spids, bugskallet fladt og med en lang spalte. Sort eller brun, hornagtigt skal-emne som hos lingula. Slægterne lingula og discina kan følges lige fra de ældste (primordial og under-silur) formationer til nutiden.

Kraniader med *krania*, dødningehoved, kredsrund, liden, kalkskal. Muskelindtrykkene og et fremspring på det indvendige skal giver ligheden, som navnet betegner; alt i silur, kridt, til nutiden.

Forskjellige arter af rynchonella, pentamerus, spiriferider, ortis, strofomena findes allerede i silur, men går derfra til kul. Produktus især i kul; terebratula især i trias, jura, kridt, men også nutiden. Lingula og discina går fra de allerældste lag lige til nutiden og beholder de samme karakterer. Det samme gjør rynchonella fra det, den begynder at vise sig, i silur.

Stråledyr. De ganske bløde som de 4-strålige manæter eller meduser var ikke skikkede til at opbevares. Desto talrigere er resterne af de to andre klasser, pighudede, som er 5-strålige — og koraldyr, som er 6-strålige (de levende) eller 4-strålige (mange fossile).

Pighudede optræde med sine ordener søpølser, søpindsvin, søstjerner og sølilier. De første mangle ganske et sammenhængende kalkskelet og er derfor i regelen ikke skikkede til at opbevares. Hovedforskjellen mellem de 3 førstnævnte ordener er kort udtrykt således: betragt søstjernens kropskive med dens 5 arme, mundsiden med sugefødderne og

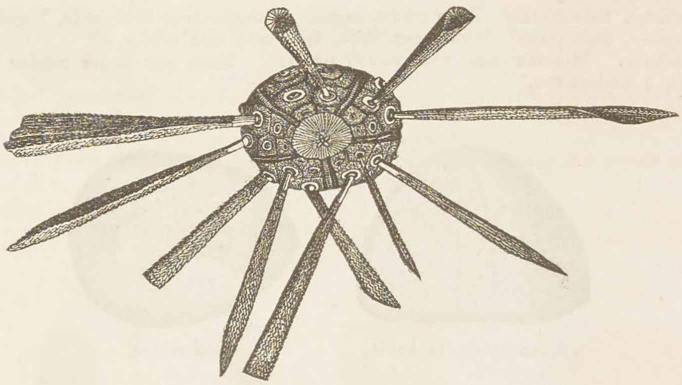
rygsiden med anus (rumpe-åbningen), tænk den ombøiet mod rygsiden, så armene slutte i hverandre: da fremkommer det halvkugleformige søpindsvin. Tænk søpindsvinet forlænget med mund i den ene ende, anus i den anden: da fremkommer søpølsen. (*J. Müller*).

Rester af *søstjerner* er forholdsvis sjeldne, desto hyppigere derimod af søpindsvin og sølilier.

Søpindsvin. Igelkot – søborrer. Under overhuden, som er forsynet med pigge, ligger en kalkhud eller et skelet af kantede tavler. De 5 mærkede flader, hvor sugefødderne sidde, kaldes gangfelterne (ambulakra). Der er mund og anus tilstede. Såvel kalk-skelettet helt og holdent, en og anden gang endog med nogle fastsiddende pigge, som enkelte dele deraf, eller løse pigge findes fossile.

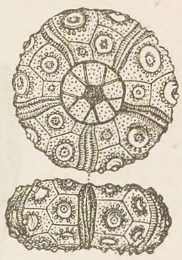
Sammenligningen mellem cidarider på den ene side og spatangoïder på den anden har indført en deling i regulære eller symmetriske. De første er nemlig kuglerunde med mund i midtlinien ved den ene top og anus ved den anden, har intet høire og venstre. De sidste har ved stillingen af mund og anus et for og bag. Midt imellem begge står de regulært-symmetriske, nemlig klypeastroïder og kassidulider.

257.



Cidaris fra kridt. Danmark [efter Puggård].

258.



Cidaris fra koralrag.

Cidarider — munden ligger ved den ene ende og anus ved den anden af midtlinien, legemet rundt. F. ex. *cidaris* — perser-turban — gangfelterne er dækkede med små vorter, mellem-gangfelterne, som er 4 gange bredere, derimod med store gjennemborede vorter. Mund-randen uden indsnit. De store pigge findes ofte løse.

Diadema — gangfelterne lancetformede. Mund-randen har indsnit.

Slægten *echinus* selv står nær disse cidarider.

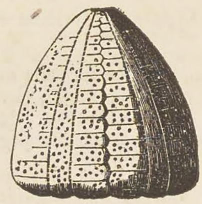
Klypeastroïder — munden ligger midt på undersiden og anus på samme side udenfor midtlinien, bagtil, i eller under randen. Legemet 5-kantet eller langagtigt. F. ex. *Klypeaster* — stjerneskjoldet — med bladformede gangfelt.

Kassidulider — munden ligger midt på undersiden og anus udenfor midtlinien, bagtil, i eller under randen. F ex. *galerites*, spidshatten. Legemet ægformet. Gangfelterne er forenet i toppunktet. Mund 5-kantet. Få og spredte vorter: 259 seet opret, 260 undersiden.

Nukleolites — kjerne-igelkot. Anus ligger på oversiden i en fure. Mund 5-kantet.

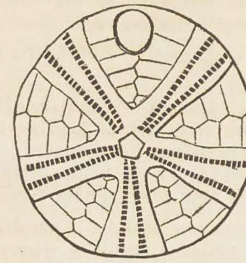
Echinolampas — lampe-igelkot. Toppunktet ligger udenfor midtlinien. Form langagtig eller skivet. Anus i randen og påtvers.

259.



Galerites fra kridt.

260.



Galerites, undersiden.

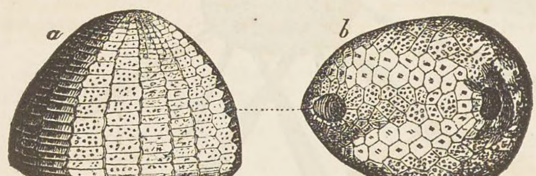
Spatangoïder — sømus — har munden liggende forud, den tvelæbede anus derimod bagtil, begge udenfor den lodrette midtlinie. Gangfelterne som blomsterblad. Således den levende *spatangus*.

Hemiaster, halvstjerne. Toppunktet bagtil. Gangfelterne fordybede, bagtil kortere.

Mikraster, småstjerne. Som foregående, men med små vorter.

Ananchytes. Munden nær ved randen påtvers. Anus nær under randen pålangs, *a* seet opret, *b* undersiden.

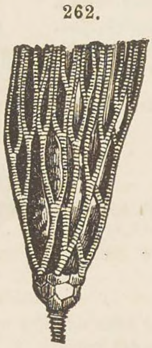
261.



Ananchytes fra kridt. Undersiden.

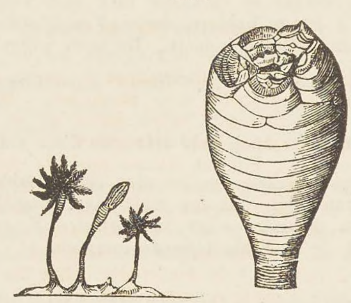
Sølilierne — *Krinoïdeer*. Har ligesom den egentlige søstjerne en krop-hule eller skive, som udsender arme. Skive og arme tilsammen danne ofte en form som et blomster-bæger, og til end større lighed står bægeret på en stilk.

262.



Cyatokrinus fra kul-kalk.

263.



$\frac{1}{3}$. $\frac{2}{3}$.

Apiokrinus fra jura.

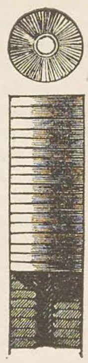
Med udstrakte fang-arme. Bægeret.

Legemet består således af 2 dele, bægeret og stilken eller søilen. Kun få krinoïder er ustilkede som den voxne komatula.

Bægeret som bærer mund-åbningen, ofte også anus, er sammensat af kalk-tavler,

som står i krands og rad og har forskjellige navne — såsom bækkenet: de 2—5 tavler, som hvile på stilkens øvre ende, og skulderbladstykker: de gjerne indskårne stykker, som bære armene.

264.



Stilk af en krinoïde fra silur med rundt tværsnit og rund kanal.

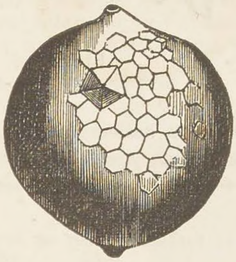
Armene er selv sammensatte af småstykker, som står i enkelt eller dobbelt række. Fra armene udgår tråde, ligeledes delte. Stilken eller søilen består af led. Alle led er gjennemborede med en rund eller 5-kantet kanal, spise-røret. Hos nogle er søilen tæt sat med tråde. Vi ser 3 grupper af krinoïder forestillede i den fossile verden, nemlig *aktinoïdeer, cystideer* og *blastoïdeer*.

Aktinoïdeer eller ægte krinoïdeer med store i deres levende live udstrålende arme, som igjen bære tråde. Småstykkerne, hvoraf en sådan ægte sølilie består, bliver tilsammenlagte særdeles mange. Således er udregnet, at de hos en eneste fuldkommen enkrinus liliiformis udgjør 26,000. De enkelte led af søilen tildrog sig tidligt opmærksomhed, de fik navn af hjulstene, stjernestene. Søilens kanal fyldes på lignende vis som alle hulheder hos fossilerne med den omgivende masse. Når da en sjelden gang søilens kalkled er borttærede, og den med f. ex. skifermasse fyldte kanal står igjen (se fig. 62 nedentil), passer det gamle navn „skrue-stene".

Exempler: Den vakre enkrinus liliiformis (sø-lilien) fra muslingkalken, den parykagtige pentakrinus subangularis fra lias, den pæreformede apiokrinus Parkinsoni fra jura, cyatokrinus med lidet hoved fra kulkalken, eukalyptokrinus med ægformet vakkert udziret bæger fra silur.

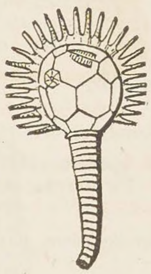
Cystideer — stenæbler, egentlig blærer — har svage arme nær munden, eller aldeles ingen. Legemet som en kugle. Foruden mund, som står modsat stilken, findes gjerne anus i nærheden af munden — og undertiden endnu en tredie åbning — æg-åbningen. Såvel anus som denne sidste er dækket med små og kantede plader som en lav pyramide. Exempel echinosfærites, pseudokrinus.

265,



Echinosfærites fra under-silur.

266.



Pseudokrinus fra over-silur.

Blastoïdeer — sten-knopper — er en ganske forsvundet gruppe af krinoïdeer. Bægeret har ingen arme, men er stilket. Munden ligger i toppen. Anus noget til siden derfor. Æg-åbningen enten findes og er da 5-dobbelt, parvis omkring munden, eller mangler. Exempel Pentatrematites.

Koraldyr. For at kunne adskille formerne er det nødvendigt som sædvanligt at opnævne forskjellige dele i disse dyrs faste kalk-skelet eller *korallen.* De blødhudede, som mangle et sådant, er ikke skikkede til at opbevares.

Koraldyrene er ofte sammensatte, en *koloni* af flere smådyr. Den fælleds stamme for dem allesammen kaldes *koralstokken.*

Den enkelte hule for et dyr (eller for et smådyr af en koloni) kaldes *cellen*, som har en bestemt længde-retning eller *axe.* Dyret bor deri, væsentlig som en mavesæk med mund og anus i samme åbning; denne er omgivet af en krands med tråde, hvormed det hvirvler føden til sig. Når cellen er delt i *kamre* langsefter ved tynde udstrålende kalkblade, da kaldes disse *vægge*, hvis de er fortløbende, men *bjælker*, hvis de er afbrudte. Cellen selv er omgivet med *muren.* Er cellen delt ved kalkblade, som ligger mer eller mindre vandret under hverandre, da kaldes disse *gulv.* Findes mellemrum mellem cellerne, og er disse rum også opfyldte med egne kalkblade, da danne disse *bindevæv.* Muren er undertiden udentil dækket med en *overhud.*

Den af *Edwards* og *Haime* opstillede orden *zoantaria* (blomsterdyr) indeholder de fleste af de fossile koraldyr. Den deles i: 1) de blødhudede, som ikke findes fossile, 2) de ugjennemborede med familier som turbinolider, okulinider (øie-koraller,) astreïder (stjerne-koraller), fungider (sop-koraller) — begge uden gulv, hine uden huller, disse med huller i muren, og begge indeholdende de fleste af middel-livets, nylivets og de nulevende slægter, 4) de fjællagte og 5) de rynkede — af hvilke hine udmærker sig ved de talrige gulv, disse derimod (oftest bæger-koraller) ved grundtallet 4 — og begge indeholdende de fleste af gamle-livets koraller.

Z. tabulata — de fjællagte — har mange gulv; der er neppe vægge, kun bjælker tilstede. Af dem er de 2 familier milleporider og favositider let kjendelige, hine med rigelig bindevæv, disse uden sådan.

Som grundform for *milleporiderne* (de mangehullede) kan nævnes slægten

Heliolites (strålekoral), hvis runde celler udmærke sig fra bindevævens småpunkter ved 12 udstrålende småvægge.

Som grundform for *favositider* kan nævnes slægterne

Favosites, bicelle-koral, med kantede tætstående rør, hvis mur er gjennemboret med små huller.

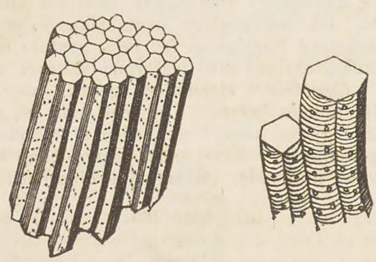
267.



$\frac{1}{1}$. $\frac{1}{2}$

Stykke af heliolites fra over-silur.

268.



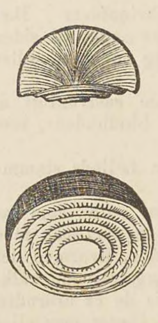
$\frac{1}{1}$. Stykke af favosites fra over-silur. $\frac{3}{1}$

Chætetes (hår-koral) er deri forskjellig fra favosites, at hullerne mangle.

Halysites (eller kjæde-koral) har høie celler, som kant ved kant står i rækker, der krydser hverandre. På overfladen fremkommer derved lighed med en i bugter lagt perlesnor.

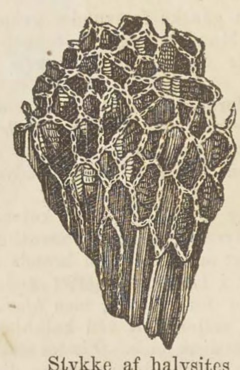
Syringopora (rør-korallen) har lange rør, som er forbundne hist og her ved mindre, vandrette smårør.

269.



Chætetes fra under-silur.
Bundfladen og gjennemsnit.

270.



Stykke af halysites fra silur.

Z. rugosa — de rynkede — har adskilte celler, som er mer eller mindre bægerformede. Kun hvor mange står tæt sammen, trykke de hverandre undertiden, så de blive kantede. Grundtallet for bægerets vægge er 4, det vil sige 4 × 2, 4 × 3, 4 × 4 o. s. v. de er oftest mange, og vise sig øverst i bægeret som en *stjerne*.

Af dem kan igjen de 2 familier *cyatofyllider* og *cystifyllider* med lethed adskilles. Hine med grundformen cyatofyllum, bægerblad, har gulv og vægge, disse kun spor af vægge øverst, men fulde i det indre af blærer istedetfor gulv. Grundformen er slægten cystifyllum, blæreblad.

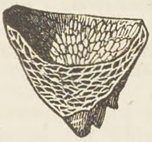
Af *cyatofyllider* kan vi exempelvis nævne slægterne.

Amplexus. Muren omfavnet af en tyk overhud. Rørformet. Mange gulv, som i midten er glatte, og på det øverste gulv sees et hul i stjernen. Findes især i kul, derimod ikke i silur.

Omfyma, med mange vægge og 4 små gruber eller huller i stjernen, derhos med støttende rødder nedentil.

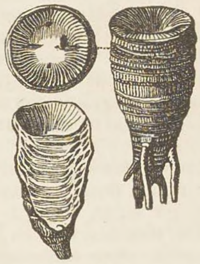
Streptelasma — bugtet væg — uden overhud. På muren udvendig mange striber (efter de udgående vægge) langsefter. Disse løbe sammen under spidse vinkler på 3 steder, som udpege sig som linier langsefter. Væggene snor sig inderst i stjernen.

271.



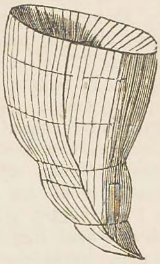
Overskåret cystifyllum fra over-silur.

272.



Omfyma fra over-silur. $\frac{1}{3}$.

273.



Streptelasma fra under-silur.

Til graptolider regnes: *Diktyonema,* net-væv, som er dels trådformet, dels gitret, men uden huller på sprosserne. Diktyonema findes alt i primordial.

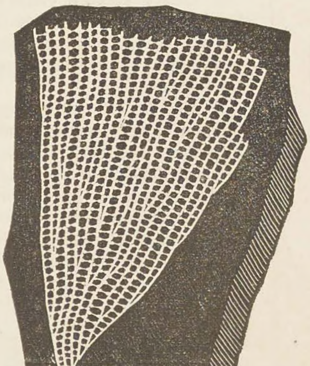
Graptoliter, penne-stene. Man har sammenlignet dem med søfjæren. Formen minder snart om et lille blad 276 *b* folium, snart om en dobbelt-fjær (276 *a* Murchisoni) snart om et lidet enkelt sagblad (Hisingeri). Kun i silur. De graptoliter, som i almindelighed sees i samlinger af fossiler, er for største delen kun brudstykker. De tandlignende udspring er celler, hver med særskilt åbning, og forenede ved en fælleds hoved-kanal.

274.



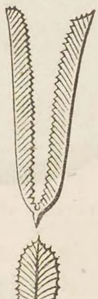
Stykke af fenestella fra under-silur.

275.



Stykke af diktyonema fra (takon) primord.

276 *a.*



276 *b.*

graptoliter fra under-silur.

Bryozoer (mosdyr) ligne polyperne, idet de ligesom disse ofte sidder mange sammen hvert dyr i sin lille celle, på en fælleds kalkagtig eller hornagtig plade, som svarer til koralstokken. De er blandt andet derved forskjellige fra hine, at cellen aldrig er delt ved vægge.

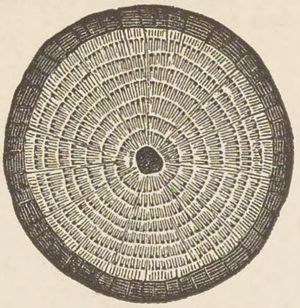
Slægterne: *Ptilodiktya*, fjær-net, som ligner en fjær. *Fenestella*, småvindue, som er gitret med en mængde små firkantede ruder og derhos med mikroskopiske huller på disse ruders sprosser. Disse allerede i silur.

Planterester.

Levningerne fra planteverdenen er alt brudstykker. Af den fuldkomne plantes 2 hoveddele, rod, stilk eller stamme og blade, findes ofte kun enkelte dele, som ligge hver for sig. Opbevarings-tilstanden af plantelevningerne er enten kun i aftryk eller 1) næsten uforandret eller 2) bituminiseret, (se under brunkul pag. 81) eller 3) forkullet, (se under stenkul pag. 79) eller endelig 4) forstenet. Forstenede planter fremkomme i lighed med de forvandlede mineraler (pag. 55) og med de ægte dyrforsteninger Plante-emnet er byttet med sten-emne. Hyppigst er dette *kiselsyre*, enten som halvopal eller chalcedon o. s. v., men også andre emner findes om end sjeldnere, såsom svovlkis. I første tilfælde er planten altså forkislet, i sidste forkiset.

Stammer findes uden fastsiddende grene og rødder, ofte stærkt sammenpressede, især hvis veden var af løs slags. Den runde form har de i almindelighed kun beholdt, når de står i oprindelig stilling lodret på laget, hvor de findes. — I kulgruppen har såvel opretstående som liggende fladtrykte stammer kun en skorpe af kul, deres indre er fyldt med stenen, hvori de findes: sandsten eller skifer-ler. Blade findes hyppigt, men mest afrevne, sjelden er blomster at se, noget hyppigere måske frugter. Fremfor alt bliver det derfor af stammerne selv og af bladenes nerver at man må søge at kjende levningerne. Da det ikke altid lykkes at finde fastsiddende blade til kjendte stammer, og disse igjen til rødder, så har man måttet give arts-navne til disse dele hver for sig. Det kan da undertiden hænde, at fortsat granskning forener, hvad man før skilte, således som tilfældet var med stigmaria.

277.



Tværsnit af en 8 års eg.

278.



Et stykke tværsnit af en palme. Astrokarium.

Når man undersøger planternes bygning ved hjælp af mikroskopet, er de mindste dele, som kan adskilles, celler og deres forlængede eller sammensatte former, trevler og karbundter; de første mer eller mindre runde, de andre forlængede, tilspidsede, de sidste rørformede.

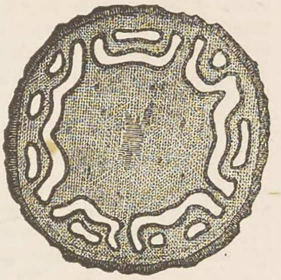
Under væxten ordnes disse mindste dele på høist forskjellig måde hos de forskjellige plante-grupper, og det bliver derved muligt selv af et ganske lidet brudstykke undertiden med sikkerhed at afgjøre plantens slags.

Der er en stor gruppe af planter — celle-planter — som bygge sig op kun med cellevæv. Sådane er algerne. Derimod de høiere planter — karplanter — har kar-bundter. Hid høre alle fanerogamer og af kryptogamer bregnerne. På tværsnittet vise sig kar-bundterne som runde eller langagtige småpletter eller punkter af tættere emne end omgivelsen. Disse pletter ligge uordentlig spredt hos monokotyledoner, derimod i sluttet kreds hos dikotyledoner.

Som billede for *dikotyledoner* (tofrøbladede) tage vi egen. I tværsnittet sees 3 forskjellige dele: 1) inderst marven, 2) veden. Vi tælle i dette exempel 8 ringe. Hver ring er skilt fra næstfølgende ved punkter, som svare til karbundternes tværsnit. 3) barken, hvori også kan aftælles 8 ringe, men tyndere og utydeligere. — Både bark og ved er gjennemskudte med marvstråler, som sees at gå udenfra indad dels lige til marven, dels kun til en årsring.

Som billede for *monokotyledoner* (enfrøbladede) tage vi palmen. Palmestammen er gjerne udelt, ender øverst i en krone med store blade. Under væxten lade de faldende blade sine mærker efter sig som blad-ar. Her er ingen fra veden adskilt, forskjellig sammensat bark. I vort exempel sees de træagtige

279.



Tværsnit af en træagtig bregne. (Cyatea).

karbundter som sorte pletter. Henimod stammens midte står de tyndere i et marvfuldt parti. Derpå følger udadtil et træagtigt parti med tæt satte pletter. Så atter en ydre ring af løsere beskaffenhed. Endelig det af celler sammensatte ydre lag, som træder istedetfor bark.

Som billede endelig for en *kryptogam* eller akotyledon (uden frøblad) tage vi en træagtig bregne. Vore bregner er små, men de findes også som træer i de varme egne. Disse har træmasse uden årsringe. Kar-bundterne danne tilsammen en kreds, der gjennemskjæres af marvspalter. På tværsnittet har disse store karbundter gjerne en halvmåneform. Også bregnestammen har ingen egentlig bark, men dækker sig til med blad-ar. I vort exempel sees inderst marven i midten. Derpå kommer et træagtigt parti, dannet af store karbundter, som (undertiden i en sluttet) her står i en gjennembrudt ring. Karbundternes indre og ydre har forskjellig struktur og farve. Derpå følger igjen en ydre løsere ring, og yderst det hårde svøb, som træder istedetfor barken.

Rækkefølgen i planternes optræden gjennem de svundne tidsrum sees af følgende

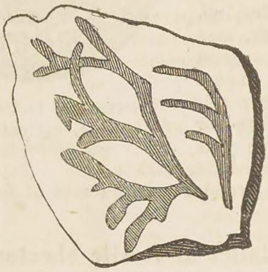
Liste (efter *Bronn* og *Rømer*) **over tallet af fossile slægter.**

Klasse. Række. Orden.	Gamlelivets tid.				Middel-livets tid.			
	Primordial.	Silur.	Devon.	Kul og permisk.	Trias.	Jura.	Kridt.	Nylivets tid.
Planter:								
Celle-planter:								
Alger	*)	7	3	9	3	18	16	16
Kar-planter:								
Kryptogamer.								
Ekvisetaceer	—	—	2	5	3	3	2	1
Astrofylliter	—	—	1	10	1	1	—	—
Bregner	—	—	4	46	26	26	19	14
Sigillarier	—	—	4	5	—	—	—	—
Lykopodiaceer	—	—	6	21	2	3	3	1
Fanerogame monokotyledoner (blomstbærende enfrøbladede).								
Palmer	—	—	—	7	—	1	1	5
Gramineer	—	—	—	2	2	1	1	5
Dikotyledoner (tofrøbladede).								
Gymnosperme (nøgenfrøede).								
Cykadeer	—	—	1	6	6	7	6	2
Koniferer (Bartrær) abietineer	—	—	—	4	4	4	11	11
Koniferer (Bartrær) kupressineer	—	—	—	3	2	4	4	8
Koniferer (Bartrær) taxineer	—	—	—	—	—	2	2	4
Egentlige dikotyledoner:								
Angiosperme (kapslede)	—	—	—	—	—	—	9	10
(Korolliflorer) kron-blomstrende	—	—	—	—	—	—	4	25
(Choristopetalæ) friblade-kroner	—	—	—	—	—	—	10	79

*) tilstede.

Mellem de lavest stående bladløse planter må nævnes *algerne*. De ældste planter synes at have været havtang, og disse fortsætte gjennem alle dannelser lige til nutiden, men for største delen kun som utydelige aftryk, undertiden med noget kul-emne levnet, som sorte tegninger, der tvedele sig. Eller der sees tilsyneladende sten-kjerner, runde stilke, hvor ikke plante-strukturen er opbevaret. Nathorst har påvist, at sådane former, der alt findes i de ældste sandstene, er slæbespor efter alger.

280 *a.* *b.*





Fossil alge fra silur, chondrites.

Til algerne hører videre *chara*, hvis fine stængel er sammensat af flere rør, der slynger sig i korktrækker-linier om et midt-rør. Denne plante voxer i stillestående vand, ferskt eller kun svagt salt (brakt), og dens rør fylder sig med kalk, hvorved de let opbevares.

Videre hører hid de lavt stående former *diatomaceer* eller dele-algerne, hvilke nogle også holder for dyr, nemlig såkaldte infusorier, men som de fleste plantekyndige nu sætter hid (se pag. 120).

Mellem *bladbærende kryptogamer* må nævnes *bregnerne*. Disse spille en stor rolle i gamle-livets flora. Navnlig er deres smukke blade vel vedligeholdte i skiferleret mellem de egentlige kullag. Man har seet unge blade spiralt oprullede ligesom på nutidens bregner. Bladene, som er enkelt, dobbelt eller flere gange fjædret, adskilles derefter, samt efter fjærbladets nerver, hvis forskjellige løb endnu meget vel kan sees både i de forkullede levninger og i aftryk.

Nogle af de hyppigste blade er *neuropteris* nervefjær, *odontopteris* tandfjær, *pekopteris* kamfjær, *cyklopteris* kredsfjær, *sfenopteris* kilefjær o. fl.

Sammen med bladene findes såvel stammer som rødder, men da de gjerne ligge skilt fra hverandre, er det vanskeligt at udgranske, hvad der hørte sammen til en eneste plante.

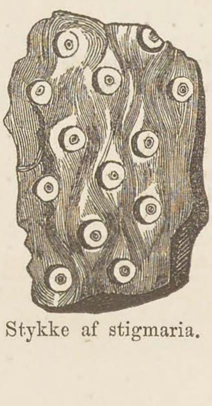
Sigillaria — seglbærende. Så kaldes en slægt af de hyppigste stammer i den egentige stenkultid. Man har fundet dem indtil 40 fod lange og 3 til 5 fod tykke. De

281.



Stykke af sigillaria

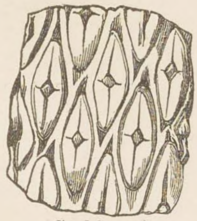
282.



Stykke af stigmaria.

opretstående er som sædvanligt runde, de liggende ganske fladtrykte. Oventil tvedele de sig. Stammens overflade er dækket med lige rækker af langagtige blad-ar, som står vexelvise. I 1843 fandt man i en kulgrube ved Liverpool, og senere blev lignende fund hyppigere, også fra Nordamerika — en sådan sigillaria-stamme med fastsiddende rødder. Disse var allerede før kjendte og ansåes for en egen krybende plante, *stigmaria* — ar-bærende. De er runde eller fladtrykte, tvedele sig og er dækkede med runde ar i vis orden.

283.



Stykke af lepidodendron.

Ved hjælp af opretstående stamme-stubber og de tilhørende rødder har man påvist, at næsten ethvert større kullag af almindelig stenkul svarer til en gammel skovbund. Under kullaget ligger ler, hvori en mængde stigmaria-rodtrævler.

Lykopodiaceer. Efter planter af grundform som vore skoves bekjendte krybende kråkefod (lykopodium klavatum) findes flere levninger. Dertil regner man store stammer nævnt *lepidodendron*, der ligesom sigillaria tvedele sig oventil. De var høie træer. Stammens overflade er dækket med rudede, oventil gjerne tilspidsede ar, som i midten bære et mindre ar, der står påtværs. De større ar står ikke i lige rækker, men i spirallinier rundt om stammen. Man har fundet blade fastsiddende, enkelte, lange og græsagtige. Lepidodendron udmærker det lavere eller ældre trin i stenkultiden.

284.



Kalamites med rødder. $\frac{1}{6}$. Efter *Dawson.*

Ekvisetaceer. For at have et kjendt billede kan vi tage vor sædvanlige kjærringrok eller ræverumpe (ekvisetum arvense) med ledet stilk eller skaft, tandet skede for hvert led, kredssatte grene, topsiddende frugt o. s. v. Efter denne grundform haves især 2 fossile slægter, nemlig:

Ekvisetites. Skaftet af tykkelse som arm eller ben er hyppige. Man finder også runde rodknoller af størrelse som en potet, og runde skiver, åbenbart ledskiverne. Disse planter er opbevarede mest som stenkjerner, med en brunligsort tynd skorpe af kul, der let falder af. De fleste findes i trias.

Kalamites, den rørformede, har randede led. I ledlinierne står renderne vexelvise, den tandede skede mangler. Ligesom ekvisetites er kalamites nedentil spids kegleformig, men opnår snart sin fulde tykkelse.

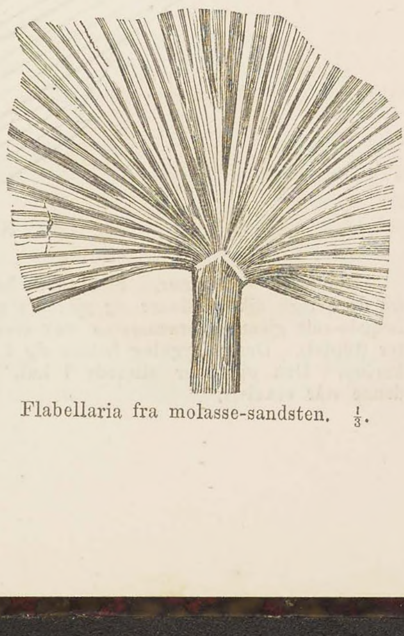
Disse planter forekomme i kulgruppen, dog er de ikke af de hyppigste. Man har fundet stammer af 3 fods tykkelse og 30—40 længde. Godt vedligeholdte vise de yderst en kulskorpe, under den kommer de randede led tilsyne.

Asterofylliter, stjerneblad, stilles ved siden af ekvisetaceer. De har grenet og ledet stilk med kredssiddende blade. Den topsiddende frugt findes derhos ofte navnlig hos den smukke annularia.

Af fanerogame monokotyledoner må nævnes græsarter og palmer. Af de første eller græsartede er kun lidet at se, dog nogle sikre former i trias. Derimod desto flere *palmer.* De begynde allerede i kul, og går derfra opover, men især er de hyppige i tertiær; deriblandt den vifteformede flabellaria fra molassesandsten i Schweiz.

Flere af de ovenfor nævnte slægter findes forestillede i hosstående urtekost, som indeholder bladlevninger fra stenkullene i Ny-Skotland. Derimellem også *poacites,* som er enten en græsart eller en palme.

285.



Flabellaria fra molasse-sandsten. $\frac{1}{3}$.

286.

a. b. c. d. e. f. g.

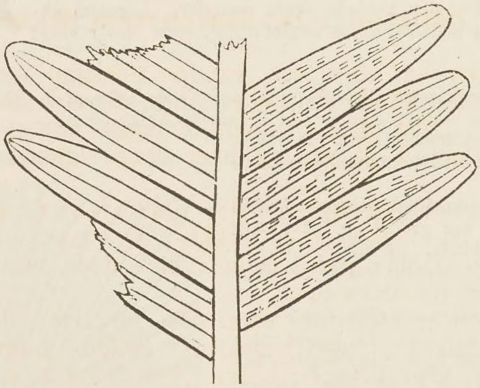


Urtekost fra kultiden.

a. pekopteris. *b.* sfenofyllum. *c.* lepidodendron. *d.* asterofyllites. *e.* poacites. *f.* neuropteris. *g.* odontopteris. Efter *Dawson.*

Af gymnosperme dikotyledoner må nævnes *cykadeer*. Disse er planter af palmens udseende, men de slutte sig ved sin struktur til bartræerne. Stammer og blade findes fra kul til kridt, men især i jura. Stammerne er dækkede med rudede felt, hvori de ligeledes rudede blad-ar. Bladene sidde oftest ustilkede og har ligeløbende nerver. Til disse regnes *nilssonia* fra Hørs sandsten og kullag i Sverige.

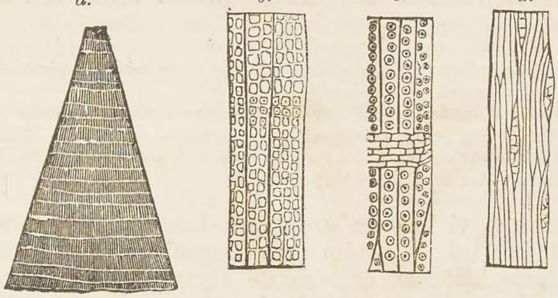
287.



Nilssonia.

Koniferer — bartrær. Strukturen hos koniferer (samt cykadeer) adskiller sig noget fra de øvrige dikotyledoner og gjør det muligt at gjenkjende dem af stammerne. På et længde-snit gjennem træmassens væv sees nemlig cellerne tegnede med en række af dotter (tüpfel). Denne bygning holder sig i forsteningen. En af de ældste bartrær er *araukarites.* Den optræder allerede i kul, hvor *Gøppert* har påvist 8 arter. Dotterne hos denne står vexelvis.

288. a. b. c. d.



Bartrærs struktur.

289.



Araukarites. $\frac{300}{1}$.

288. *a.* Tværsnit af et bartræ, naturlig størrelse.
b. En del af samme seet under mikroskopet.
c. og *d.* Længdesnit af samme, ligeledes forstørret. Dotterne synlige.

289. Længdesnit af araukaria, ligeledes forstørret. Dotterne synlige.

Listen ovenfor viser, at alger optræde i de ældste lag. Dernæst hersker kryptogamer i gamle-livet, så gymnospermer i ny-livet, så dikotyledoner (i snævrere betydning) i ny-livet. Tillige viser listen alt i denne korte form, at dikotyledonerne begynde i kridt. Om listen udvidedes med flere kolonner, en for Ræt, en for permisk, skulde den vise, at, som prof. *Weiss* udtrykker det, planternes ompræegning altid kommer først før dyr-livets. Gjennem rækken af former øines et billede — man ser dem undertiden fremstillede i tegninger — af: brunkul-skoven, jura-skoven, trias-skoven, kul-skoven, kulkalk-skoven. Men brunkul-skoven begynder ikke med tertiær, den begynder alt i kridt. Jura-skoven begynder ikke med lias, den begynder alt i Ræt, trias-skoven begynder ikke med broget sandsten, den begynder alt med zechsten (permisk).

Udsigt over lag-dannelsernes række.

Granskningen har delt det svundne tidsrum, som er området for stratigrafien i visse store afsnit eller *tider*, disse i underafdelinger eller tidsaldere, disse igjen atter i underafdelinger, *perioder* og *formationer*, og disse igjen først i etager, og hver etage igjen i lagfølger og enkelte lag.

Lagbeskrivelsen (stratigrafien) er fjeldlærens anvendte del og giver en udsigt over lag-dannelsernes række i de svundne tidsrum. Undersøgelsen har foregået ovenfra nedad; men dens sum fremstilles bedst i naturens orden nedenfra opad.

En *formation* er et indbegreb af visse bergarter, dels klassevis, dels enkeltvis, som har bestemte karakterer fælleds enten i henseende til mineralsk natur, eller til oprindelsen eller tiden o. s. v. Således kan man tale om en kalkstenformation, indeholdende kalk, om en skiferformation, videre om sedimentære formationer pag. 62 om vulkanske, metamorfiske o. s. v.; fremdeles om silurformationen, devon-, jura-, kridtformationen, det er de lag, som tilhøre silur-, devon-, jura- eller kridt-tiden.

Den livløse tid. Det er sandsynligt, at kloden engang har begyndt i smeltet og glødende tilstand. Hvad derefter dannedes på dens skorpe

indtil den tid, da vandene blev skikkede for tilværelsen af det voxende og åndende liv, tilhører den livløse tid. Ifølge navnet vente vi i denne tids lag *ingen* fossiler.

Man har troet at kunne påvise former i den ældste tids lag; men tilskue, uimodsigelige og fuldt tydelige for alle, ligge de ikke i musæerne.

Stor opsigt har det først i Kanada, senere fleresteds fundne formodede fossil „*eozoon kanadense*“ vækket. Det turde dog være tvivlsomt. Mineralogen *G. Rose* i Berlin har undersøgt et fra Kanada tilsendt stykke med det formodede fossil, og erklærer stykket for at være en hvid augit gjennemvoxet med grøn serpentin.

Ifølge den forestilling, vi har om eruptiver, kan der gives sådane, der virkelig tilhøre denne tid — såsom navnlig granit. De lagdannede bergarter, som her høre hjemme, er især de krystallinske skifere (se pag. 75), men også nogle sandstene, enkelte konglomerater, ja kalksten og marmor findes allerede mellem det, der tilsammen almindeligvis på karter og i betragtninger gjælder for ældst og dybest liggende, det som man i almindelighed kan kalde „grund-fjeldet.“

På jordoverfladen kommer disse grundfjeldets lag tilsyne enten 1) der, hvor de forblev udækkede helt fra deres dannelse, eller 2) hvor de senere på dem lagte yngre lag afreves dels simpelt hen ved bort-

Udsigt over lag-dannelsernes række.

Ovenfra nedad.

Tider.	Tidsalder.	Perioder.	Formationer.	Ældre navne, tildels vildledende.
Nutiden.		Nutidens	de aktuelle	„Opsvømmet land“ (tildels).
Ny-livets eller den kainozoïske tid.	Menneskets tidsalder.	eftertertiære	eller glaciale (kvartære)	For en del = „diluvium“.
	Pattedyrs tidsalder	tertiære	pliocæne miocæne eocæne	*tertiær formation.*
Middel-livets eller den mesozoïske tid.	Krybdyrs tidsalder	Kridt	Kridt Grønsand	*sekundære* eller *fløtsformationer.*
		Jura	Weald Oolit Lias	
		Trias	Trias	
Gamle-livets eller den palæozoïske tid.		Dyas eller:	Permisk	
	Kulplanters	Kul	Stenkul Kulkalk Kulm	
	Fiskes	Devon	Devonisk	
	Bløddyrs	Silur	Over-silur Under-silur Primordial (kambrisk)	*Overgangs-formationer.*
Livløse tid eller den azoïske tid.			Grund-fjeldets	Hertil regnedes før også næsten alle gamle eruptiv-masser og nævntes den *primære* (*urtidens*) *formation.*

vaskning, dels under de store bevægelser, som pressede hele lagfølger sammen i uhyre folder, i midten af hvilke da de ældste lag undertiden blottedes, hvorhos det endnu i dybet flydende kunde vælde frem.

Ideligt dukker disse spørgsmål frem ved granskningen af grundfjeldet: Er det grundfjelds lag, eller er det senere lagte, som forvandledes? Og i hvilken tilstand lagdes grundfjeldets lag?

Exempler: geografisk udbredelse. En stor del af den skandinaviske halvø samt Finland. En del af Nordamerika, nemlig n. for de store søer, og derfra ud til Labrador (de amerikanske geologers „*laurentinske gneis*,“ hvilket navn hidrører fra strækningen om St. Laurents-floden).

Lagstilling: grundfjeldets lag lagdes sandsynligvis vandret over hverandre som alle andre lag, og hvor ingen forstyrrelse senere har grebet dem, finde vi dem endnu således. Men dette er dog sjeldnere tilfældet. De findes ofte væltede og pressede i store folder, således at de, selv over meget betydelige strækninger, følge på hverandre heldende i forskjellig retning. Og imellem dem opbryde plutonske masser, især granit.

Om den oprindelige tilstand, i hvilken de afleiedes, vides vel hidtil lidet med vished. Senere lagfølger, især fra den næstfølgende tid, har også fleresteds under omvæltninger eller omdannelser taget skikkelse af krystallinske skifere, således at bestemmelsen bliver vanskelig.

Med omvæltningerne i denne formation fulgte som overhovedet også i andre formationer nedlægning af metaller og ertser eller andre for en sen fremtid beregnede nyttige emner på gange og særegne leiesteder. Navnlig findes Skandinaviens bedste jernleiesteder i „grundfjeldet“.

Gamle-livets tid. De vigtigste afsnit er følgende ovenfra nedad:

Kul-planternes tidslader	kul-perioden, som igjen delesi	permisk. stenkullene kulm. kulkalken ursa-lagene.
Fiskenes tidsalder	devoniske formationer	yngre devon midlere — ældre —
Bløddyrenes tidsalder.	siluriske og primordiale formationer deles i	over-silur. under-silur. primordial, (kambrisk, Potsdam, takon og flere navne).

(Alt skal ligge *over* det sande grund-fjeld).

De siluriske formationer erkjendtes først med bestemthed af *Roderick Murchison* i den del af England, hvor det gamle folkeslag *Silurerne* fordum boede. De devoniske formationer påviste *Murchison* først i *Devonshire* i England. Kul-perioden har navn af sit vigtigste nedlag *stenkullene*.

Bergarterne: lerskifer, sandstene, konglomerater og kalkstene findes her som i enhver af de følgende tider. I almindelighed er disse gamle lag meget faste, dog gives der også f. ex. i Rusland og Nordamerika ligeså løse lag — ja næsten som ler og sand — som nogen af de langt yngre dannelser. De nævnes enten efter egne, hvor de optræde på en udmærket måde, såsom potsdam-sandsten (kambrisk i Nordamerika), Niagara-kalk, Wenloch-kalk (oversilurisk, den sidste i England), eller efter typiske fossile slægter, såsom: lingula-skifer (kambrisk), graptolit-skifer, ortoker-kalk, pentamerus-kalk (oversilurisk), eller efter farven, efter tidsalderen o. s. v., såsom: gammel rød sandsten (devonisk), kulkalken, kulsandstenen.

Når man i musæerne ser de fra denne tid fremdragne plante- og dyr-levninger, finder man sig ikke omgivet med repræsentanter for alle de store klasser, vi nu kjende. Nogle mangle, medens andre — nautilusskallet, lingulaskallet, rhynchonellaskallet, bregnebladet o. s. v. — nøiagtigt gjenfortælle os nutiden. Havets liv forhersker, hvilket viser, at kloden mestendels var ombyllet af hav. Kun i den øverste halvdel af denne tids dannelser er landplanter tilstede i betydelig mængde. Deres natur i forening med andre forholde viser, at dette første land må have været spredt og lavt. Stenkul er den kostelige levning, som er til os opbevaret fra disse ældste lave ølande. Og med kullagene er meget jern nedlagt som lerjernsten.

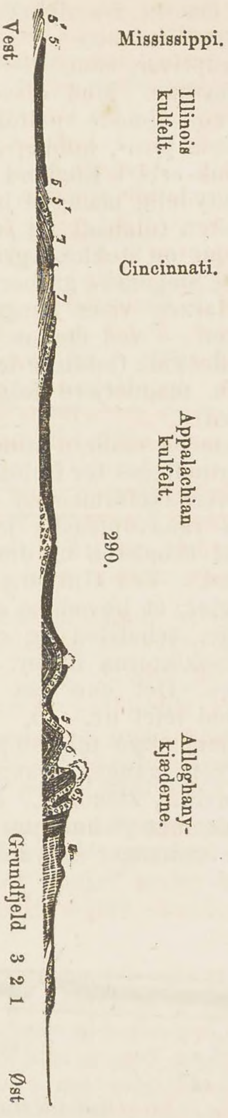
I de selve stenkullagene ledsagende lerskifere og ler (kulskiferen) findes hele herbarier af kultidens planteliv med rødder, stammer, kviste, blade, frø og frugter.

De tre tidsaldres navne udtrykke deres særkjende, således som det må fremspringe for enhver, der besøger musæer, hvor fossiler findes samlede: vrimmelen af bløddyr i den siluriske, af fiske i den devoniske, af planter i kul-tidsalderen.

Omvæltninger, som forstyrrede den oprindelige vandrette lagstilling, fandt sted gjennem hele gamle-livets tid, idet mer og mer land hævede sig, eruptive masser fremvæltede fra dybet, og lagene foldedes til op og nedgående bølger eller knækkedes i vinkel under presningen på mindre rum.

Især synes sådane omvæltninger at have fundet sted i stort mål mod slutningen af tiden, og det er intet særsyn at finde den efterfølgende tids lag afleiede vandret ovenpå „hovederne" af denne tids lag, altså roligt og senere end omvæltningerne. Nogle af jordklodens nuværende fjeldkjæder har allerede dengang fået den hele eller en del af sin høide. Intetsteds fremtræder vel dette tydeligere end i Nordamerika. Når man forestiller sig et snit gjennem landet fra den atlantiske kyst ved Filadelfia over Alleghanys kjæder til det store fladland ved Mississippi, fra ø, mod v., da skjærer dette snit gjennem lag, tilhørende denne tids 3 tidsaldre — og lagstillingen tegnes af brødrene *Rogers* ved en bølgende linie.

Kraften kom tydelig fra øst, hvor de steileste bølger fremstille rygge og dale i Alleghanys (fra 2000 til 6000 fod), og hvor de forhåndenværende kullag er forvandlede til antracit, medens de ligge uforandrede og ofte næsten lige i dagen vestenfor i de fladere bølger. Vi



290. Snit gjennem Nordamerika fra Mississippi til Atlanterhavet (efter Rogers). 1 og 2 tertiær-dannelser. 3 kridt. 4 rød sandsten, trias. 5 stenkul. 5' kulkalk. 6 devoniske lag. 7 siluriske lag.



291. Snit nord til syd gjennem Hadeland ved Randsfjord i Norge. Gn. gneis, grundfjeldet. Gr. granit. Br. Brandberget. S. Sølvsberget. B. Buhammeren, gabbro. 2 primordial, 3 og 4 undersiluriske, 6 oversiluriske lag.

kan tydeliggjøre os disse bølgers fremkomst, idet vi lægge flere lag med tykt klæde over hverandre og derpå trykke indover på den ene side, så at klædet foldes sammen.

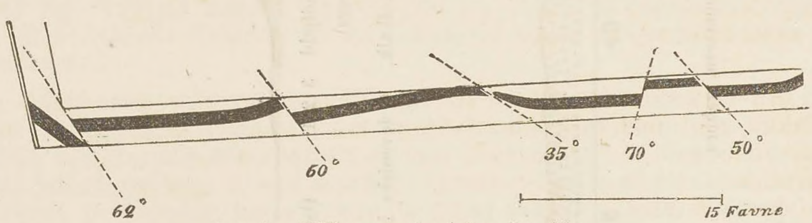
I Norge sees talrige exempler på storartede foldninger, lettest i de siluriske egne; medens omvæltningen i Nordamerika ikke er ledsaget af betydelige eruptive masser, findes i Norge granit og andre eruptiver liggende over mange kvadratmile land på et rum imellem de steileste folder. Vi må heraf slutte, at der skaffedes plads for frem-

væltende masser fra dybet ved den samme store kraft, som pressede lagsytemerne sammen.

De eruptiver, som således optræde, er granit, syenit, gabbro, porfyrer, grønstene. Med disse eruptivers fremtrængen og med omvæltningerne, som åbnede spalter i jordskorpen, fulgte nedlægning af mange ertser, såsom jern-, kobber-, nikkel- og svovl-erts i Skandinavien, jernbly- og zink-erts i England i Nordamerika, Rhinpreussen, Schlesien.

En betydelig mængde jernerts som rødjernsten, brunjernsten følge med grønsten (diabas) og schalsten (en diabas-mandelsten og tuf), tildels på leier og stokke, også ved selve eruptivens grændser og på gange. De berømte Siegenske gruber (stålerts ɔ: spatjernsten) er gange i lavere devon. Harzen viser gange med de samme ertser — spat-jern og brunjernsten — ved diabas i silur, med rødjernsten på grændsen af porfyr i Eifler kalk (midlere devon), brunjernsten ved diabastog (Osterode); rødjernsten, magnetjern følger schalsten og diabas i overdevon (efter von Dechen).

I Bøhmens midlere silur optræder jernertser i stor skala som lag. De give grundlaget for Bøhmens jern-industri. De midlere siluriske lag danne i overfladeformen en ellipse — en bækken-afleining no.—sv. og i ellipsens rand optræder jernertserne. Lipold viser, at de fleresteds ledsages af schalsten og diabas, hvis udbrudstid sættes i den midlere siluriske tid. Ved Giftberg er ertsen rødjernsten og jernspat, og der følges 2 leier, et hovedleie og et hængende leie. Det liggende er lerskifer, tuffe, schalsten og diabasmandelsten, som man under navn af Komoraner-skikterne følger. Ertsleiestedet forstyrres ved især 2 sæt med kløfter. Det ene sæt n—s., tværs over, det andet sæt næsten parallel med leiet nv.—so. Det første sæt forårsager kun liden dislokation (sammenlign målestokken i hosstående snit), men er derimod uddannet som gange. Gangene føre kvarts, brunspat, baryt, jernspat, falerts, svovlkis, zinnober. Det andet sæt er fyldt med letten eller med brudstykker, men på hulerum i letten (skivet ler) sidder vakker blå baryt. Dette sæt forårsager betydelige ryk, det største er 14 favnes spring.



Snit fra Giftberg-grube (efter Lipold).

Bløddyrenes tidsalder deles igjen i endnu flere afdelinger. Ældst af disse eller nederst ligger de lag, der indeholde primordial-faunaen eller de første liv, (også kaldet den *kambriske* efter de gamle Kambrers land i England; eller den *takonske* efter de takonske fjeldkjæder i Berkshire i Nordamerika; eller Potsdam-perioden (Potsdam i Nord-Amerika).

Den nederste afdeling i denne periodes lag består i Nordamerika og Norge af mægtige skifer-, sandsten- og konglomerat-afleininger, endnu *uden* fossiler. Derover optræder hist og her i Norges sydlige og centrale del og under St. Petersburg, en stor lag-række med en vrimmel af fossiler, i tildels forskjellige bergarter som alunskifer, stinkkalk, sandsten og lersten (i Rusland).

Derover kommer den undersiluriske, og derover atter den oversiluriske afdeling. I Norden er hin især udmærket ved sine overveiende lerskifere, denne ved kalkstene.

Lande, hvor de siluriske formationer er meget udbredte er: Sverige, England, Nordamerika, Rusland, Bøhmen, Norge

Tykkelsen eller *mægtigheden* af de herhen hørende lag kan angives efter bestemte mål, tagne i de forskjellige lande. Dog må her som ved alle sådane angivelser erindres, at en afdelings mægtighed er foranderlig. De samme lagfølger, som etsteds svulme op til forbausende tykkelse, tabe sig andre steder lidt efter lidt, til nogle snese fod, eller de forsvinde ganske og mangle.

Et begreb om de siluriske dannelsers størrelse fåes af følgende liste, med afdelingernes navne og tykkelser i Nord-Amerika: (de fleste af navnene minde om steder, hvor afdelingerne er vel udprægede; listen går ovenfra nedad)

		mægtighed.		
Helderberg periode	cement-kalk, pentamerus-kalk, spirifer-kalk, pentamerus-kalk	200	fod (engl.)	1,715 – 2,300 over-silur.
Onondaga saltførende	gruppe	700—1000	—	
Niagara periode	niagara kalk	165	—	
	lerskifer	80	—	
	klinton gruppe	200	—	
	medina sandsten	350—400	—	
	oneida konglomerat	20—700	—	
Trenton periode	Hudson kalk og skifer	200—700	—	350 – 1,300 under-silur.
	Utika skifer	50—300	—	
	Trenton kalk	100—300	—	
Potsdam periode	kalk-sandsten	50—300	—	80 — 550 primordial.
	Potsdam sandsten	30—250	—	
	Sandsten, kalksten, konglomerat og brekcie i Berkshire (Emmons)	25,000 – 30,000	—	

Ved hævning af bund under havfladen og ved opdukning til tørt land hist og her i partier, der kan eftervises i de geologiske karter over landene, måtte de oprindelige havstrømme i et ocean rundt kloden forandres og med dem allerede klimatiske forskjelligheder indtræde. Der er i Europa og Amerika virkelig også påvist to forskjellige regioner af silurformationen, en nordlig og en sydlig. Den nordlige går fra St. Petersburg og Onega over Gotland, Sverige, Norge, England, Irland til Nordamerika omkring de store søer. Den sydlige går fra det midlere Ural over Moskau, Bøhmen, Sachsen, sydlige Frankrige, Spanien, Portugal. Der er større lighed i fossiler mellem Ural og Portugal, end mellem Ural og St. Petersburg (F. Rømer).

Den devoniske tidsalder. Her optræder endnu 1) især lerskifer og gråvakke med underordnede kalklag som i Rhinpreussen eller 2) den gamle røde sandsten og mergel, som indtil 10,000 fod tyk ligger under stenkullene i England og Skotland. I Nordamerika og Kanada udvælder fra dybet i devoniske skifere (også siluriske) petroleum.

Det er et spørgsmål, om vi har devoniske lag i Norge, da hidtil ingen fossiler er fundne.

Kul-planternes tidsalder eller kort *kul-tiden.* Her kan adskilles 3 perioder: 1) nederst kalkstene af tydelig hav-oprindelse, nemlig *kulkalken.* Sandsten (såkaldt gråvakke), konglomerat og lerskifer med posidonia, kalamiter og lepidodendrer træde i Nordtyskland istedetfor kulkalken. Afdelingen kaldes *kulm.* Under bergkalken opstiller Oswald Heer endnu en ældre stenkul-førende række med navn *Ursa*-lagene (efter Bären-Eiland): 2) derover lerskifer og sandstene med rester af landplanter og ferskvands-samt landdyr, nemlig de egentlige (såkaldte produktive) *stenkul,* med stenkul, kulskifer og kul-sandsten. Selve stenkullene ligger

i lag, fra nogle tommers og liniers tykkelse indtil flere fods, mange gange vexlende med skifer og sandsten; 3) øverst den *permiske* periodes lag.

Kulkalkstenens mægtighed angives i England til omkring 900 fod; kulskifer, kulsandsten og kul derimod meget foranderligt mellem 600 og 12000 fod. Selve kullagene udgjøre heraf *tilsammenlagt* en tykkelse af: i de Forenede Stater fra 120 til kun 25 fod, i britisk Amerika omkring 45 fod, i England omkring 50 fod. Med Nedlægningen og omdannelsen af såmeget plante-emne følger af grunde, som er udviklet pag. 122, også affarvning af forhåndenværende ler til jernfrit ildfast ler, samt ophobning af det udtrukne jern til lerjernsten. Ved alle tre ting, kul, jernerts og ildfast ler bliver kulegnene i England kilder til rigdom og magt. De samme herligheder lerjernsten og ildfast ler følge stenkul i Belgien, i Rhinpreussen, i Schlesien, i Bøhmen o. s. v.

I forhold til landets overflade har man udregnet, at Frankrig indeholder kul på $\frac{1}{100}$, Spanien $\frac{1}{50}$, Belgien $\frac{1}{20}$, Stor-Britanien $\frac{1}{10}$ af sin overflade. Videre, at Stor-Britanien indeholder ligesåmeget kul som det øvrige Europa tilsammen. Men de Forenede Stater indeholder igjen kul over større flader end landet Stor-Britanien. Rusland viser på geologiske karter en uhyre strækning lagt til med kul-tidens lag, men det er kulkalken og i forhold fåsteds kul, som just nyligt brydes.

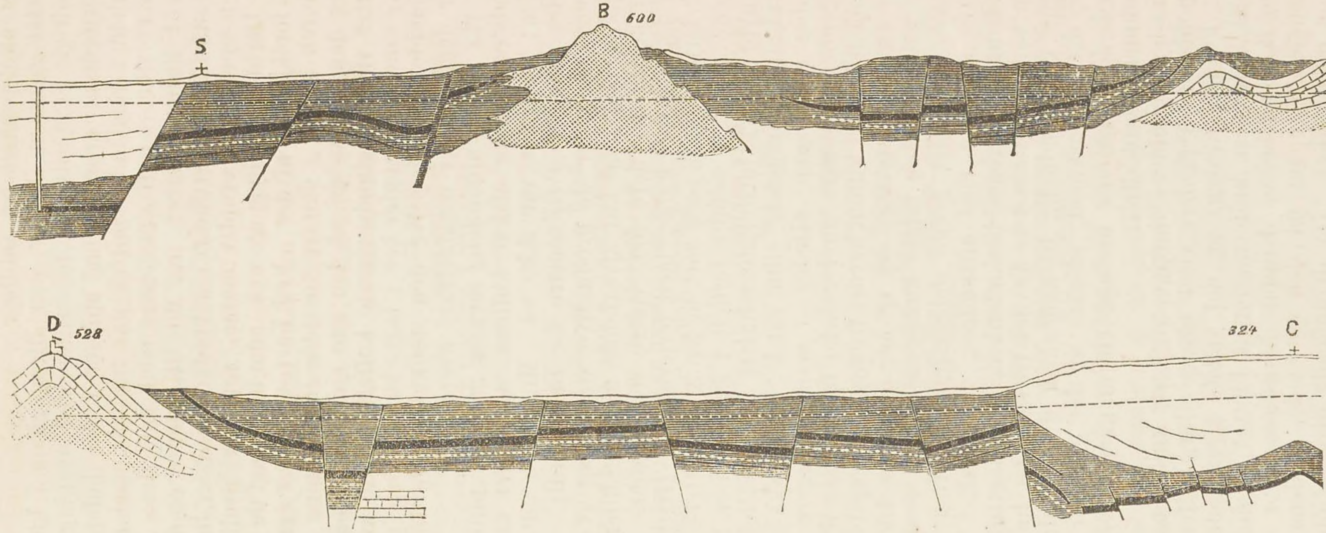
Gøppert siger, at de første kulgruber åbnedes omkring året 1198 i Belgien, kort efter i England og Skotland, i det 15de århundrede i Frankrige og Tyskland. Det sidste lands kul produktion har tiltaget således, at den engelske import-strøm der synes at standse.

Sålænge stenkul er en hovedfornødenhed for industri og transport, vil et oplyst og folkerigt lands politiske kraft stå eller komme til at stå i forhold til dets stenkulrigdom. Hosstående tabel, mener amerikaneren *Dana*, er derfor et umiskjendeligt fingerpeg for fremtiden.

I Belgien dækker stenkul	518	eng. kvadrat-mile.
Frankrige	2000 (?)	—
Spanien.	4000	—
Stor-Britanien med Irland	12000	—
Britiske provindser i Amerika	18000	—
Forenede Stater	130000	—

De overslag, man i den senere tid hyppig har gjort over, hvor længe de nu kjendte stenkul-lag kan holde ud mod nutidens store kulforbrug, grunder sig på tal som ovenstående for en omtrentlig udstrækning i rum, og for en omtrentlig sammenlagt tykkelse. Om Englands kul har Sir *Armstrong* opgjort følgende beregning: antaget at man skal kunne udtage alle kul-lag til et dyb af 4000 fod, samt at man ikke agter på de kul-lag, som er mindre end 2 fod mægtige, så er efter karter og opgaver forhånden i England og Skotland 80,000 millioner tons kul. Det årlige behov er nu (1865—66) 86 millioner tons. Dertil må lægges $2\frac{1}{4}$ million tons i stigende behov pr. år for fremtiden. Kullene vil da være opbrugt i 212 år! — — Dette synes ikke at være nogen ganske upålidelig beregning.

En mængde kulsyre er ved kultidens planter bundet og nedlagt som fast kulstof. Vi må tro, at denne mængde før var tilstede i atmosfæren, der skyfuld og dampende lå på den næsten ganske havdækkede jord med dens få opragende ølande. Man har tænkt sig gjennem gamle-livets tid: jordtemperaturen høiere, luften mættet med vanddamp og fuld af kulsyre, polerne indhyllede i tætte dunstmasser, som hindrede varmeudståling og dermed dannelsen af is, mange hede kilder fremvældende som eftervirkninger af de store plutonske udbrud — det hele på en måde virkende som et stort drivhus for kulperiodens rige plantevæxt. Så høit op mod nordpolen som på Bären Eiland findes endnu stenkul-lag fra kulperioden og navnlig der under kulkalken.



Snit gjennem Dudley kulfelt (efter Murchison).

De 2 profiler, som her for rummets skyld, er satte under hverandre, må forestilles i samme linie. Den punkterede streg øverst er havets nivå. S. Swinford. B. Barrowhill. D. Dudley Castle. C. Christchurch.

Hvidt til begge sider er ny rød sandsten. Tæt streget er kul formationen méd (sort) selve stenkullene og (hvidt afbrudt) lerjernsten. Kvadret er oversilur i Dudley. Prikket er eruptivmassen i Barrow hill.

Stenkul-profilet fra Dudley.

Snittet gjennem Dudley, nær Birmingham i hjertet af England, og i det kulrige Staffordshire, forestiller den bygning, som er kjendt ved de underjordiske arbeider, og oplyser i det hele om kulformationens beliggenhed i England. Snittet går fra vest mod øst. På begge sider af den i et stort hvælv opragende silur med dens kalksten og mergelskifer sees kulformationen, og ud til siderne er denne overdækket af ny rød sandsten, som (tilhøire) udbreder sig under Birmingham. Barrow hill er en opragende eruptiv masse, som har brudt gjennem kulformationen. Derhos sees hyppige ryk, som har bragt de produktive egentlige kullag i forskjellige nivåer. Ved Barrow hill er springet 90 yards, ved Christchurch 80, og i den trugformede forsænkning (til høire for Dudley castle) er den 100 yards på den ene side og 80 på den anden.

Snittet viser Englands rigeste kulfelt. Både kulsandstenen og den devoniske sandsten mangler her i lagrækken. Den (permiske) „nye røde" ligger umiddelbart på selve den stenkulførende del af kulformationen, og under denne følger umiddelbart oversilur.

Det var før en almindelig mening mellem „praktiske mænd," at den røde sandsten ganske afskar kullene, og at det var forgjæves at søge under den; men det var ikke så. Murchison udtalte, at man skulde søge under sandstenen (tilvenstre for Barow hill).

Dernæst kommer de produktive stenkullag „Coal-measures," som er forskjellige lag med kul afvexlende med lerskifer og sandsten; deriblandt 2 kullag på flere fod, videre det berømte 10 yards kullag, og derunder igjen lavere kullag med lerjernsten. (Dette tykke kullag samt derunder lerjernstenen sees sort og hvidt på snittet). Lerjernsten kaldes „kuglestene;" den er nemlig fordelt i kugler eller knoller på lagene.

De hyppige ryk (dislokationslinier) løbe parallel med den som en ø midt i kulfeltet opragende silur rand. Hint tykke kullag, som andetsteds endog når dagen, således at man i tidligere dage afbyggede det i åbne stenbrud, opsøges nu i ganske forskjellige dyb.

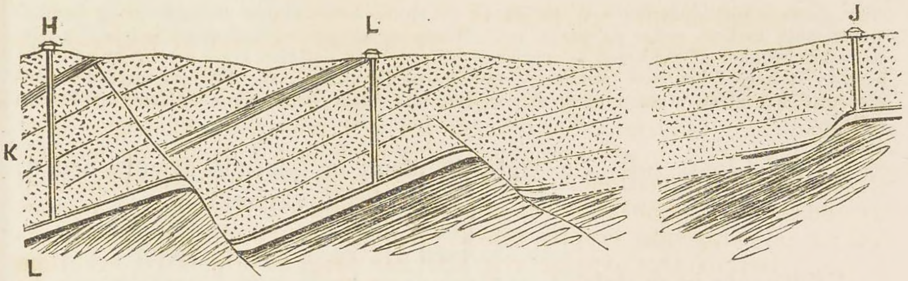
Gjennem Dudley kulfelt bryder fremmede, eruptive masser, og Barrow hill viser en af de største; det er her grønsten, tildels mandelsten.

I de gallerier, som fulgte kullagene ind til eruptiven, iagttoges, at denne masse udsender grene indimellem kulformationens lag, og disse grene blive smallere med afstanden; det er altså kiler fra eruptiven. De forandringer i lagenes beskaffenhed, som iagttoges ind imod eruptivmassen var: sandstenen er hærdet til såkaldet hornsten; selve kullet i kullagene er af uduelig beskaffenhed, det er blevet hårdt, fuldt af sprækker, det er forkoket, således at det brænder slet, givende liden hede (fordi de bituminøse bestanddele er gået tabt).

Bøhmens stenkulfelt.

Bøhmen indeholder Østerriges vigtigste kullag, navnlig i Prag-kreds. Efter Lipolds undersøgelser viser egnen silur, kulformationen, permisk, kridt (ɔ: kvadersandsten) og det yngste alluvial-dække. Ved jernbanelinien til Prag sees kulformationen blottet på Moldauflodens venstre bred, men ikke på høire. Klipper af kulsandsten og derover i høiden kvadersandsten vise sig på den ene side, medens den anden side er fladland og overdækket. De dybtgående dislokationslinier give sig her ved Moldauen således tilkjende i overfladen.

På andre steder kommer imidlertid (rødtliggende, permisk) rød sand-



Snit fra Bøhmens kulfelt (efter Lipold).
Hoffnunggrube Ludwig skakt Josefs skakt

K er kulformationen med selve stenkullenes grundfløts (sort) nederst, og over dette lerjernsten, 2det hovedfløts. L er den underliggende formation, lerskifer.

sten mellem kulformationen og kridt. Stenkulformationen består i dette Bøhmiske felt af lyst farvede, grå, hvide sandstene, videre af mørkt farvede, grå, sorte lerskifer, ikke sjelden i opveget tilstand som „letten". Disse skifer ledsage gjerne selve kullene. Derhos findes nyrer og stykker af lerjernsten.

Ved de underjordiske arbeider er det faststillet, at der noglesteds her findes øformigt opragende rygge af ældre fjeld — silur, lerskifer — mod hvis sider kullagene tyndes, medens de længer ud fra ryggens midtlinie blive tykkere. Ligeledes er det fundet, at det dybeste af de her optrædende 2 hoved-kullag ligger næsten umiddelbart på bunden af hele kulformationens etage. Dette er „grundfløtset," og under det er der af kulformation kun 6—9 favne med hvid sandsten. Over dette kommer det andet hovedfløts, og i mellemstykket mellem sandsten- og skiferlag findes ofte forkislede træstammer, derhos lag med store stykker lerjernsten.

I nogle af kulfelterne er ryk hyppige, de afbryde sammenhængen. I det aftegnede stykke stryge disse kløfter n v, og selve springet udgjør 20—30 favne. Men målet er ikke det samme overalt. I gallerierne er iagttaget, at et og samme system forårsager stedse mindre spring; således f. ex. først 7 favne, så kun 3, tilsidst splittes kløftsystemet ganske, og der bliver intet ryk mærkbart.

Den permiske periode nævnes efter lagenes store udbredelse i det indre Rusland over guvernementerne Perm, Orenburg o. fl. over et fladerum, som er to gange så stort som Frankrige. Man har også foreslået navnet Dyas for at betegne en 2-delt periode, nemlig med 1) sandsten og konglomerat 2) zechstenen eller dolomiten.

Den er i Rusland en mægtig følge af sandstene, konglomerater, mergel og kalksten, udmærket ved uregelmæssige nedlag af stensalt, af gips og af kobberertser. I England er det nederst rød sandsten, som kaldes *ny-rød* sandsten (til forskjel fra den *under* stenkullene liggende *gamle røde* sandsten) og øverst dolomit. I Tyskland er den delt i 2 vel mærkede afdelinger med et ringe, men ikke uvigtigt mellemlag. Det underst liggende med sandsten og konglomerat kaldes det *røde liggende*, indtil 1500 fod mægtig. Derover kommer lag, neppe over 2 fod, af mergelskifer, som er indsprengte med kobberertser og derfor kaldes *kobberskifer*. Den bærer sit navn med rette. De fossile dyr- og plantelevninger deri findes forkobrede, ikke alene fiske som om de var forhudede med kobbererts, men også små grene af en konifer (Ullmannia) ere forvandlede til kobberglands. Disse små grene have nogen lighed med kornax og er de i sin tid så meget omskrevne „Frankenberger-kornax." Øverst ligger dolomit (såkaldet zechsten) indtil 60 fod mægtig. Det

efter *Luthers* ophold berømte Wartburg er en opkneisende klippe af sandsten og konglomerat midt imellem andre permiske lag. Wartburg-klippens konglomerat indeholder alleslags brudstykker af sandstene og porfyrer. Strax efter kultiden synes nemlig en udbrudsperiode at have fulgt, som frembragte vældige porfyrmasser Og det røde liggendes konglomerat har gjemt stykker af disse porfyrer, idet ødelæggelse gik over dem, og biterne rulledes.

Middel-livets tid. De vigtigste afsnit er følgende ovenfra nedad:

Kridt, som igjen deles i		*yngre* kridt, skrivekridt med flint ved Havre, i Rygen, Møen *midlere* kridt med hippuriter plæner kalken i Sachsen *øvre grønsand*, ved Rouen kvadersandsten i Sachsen, Harz
		Gault; ler og mergel, ved Dover neokom (ved Neufchatel), eller *lavere grønsand*, ligner mest jura.
(mellem kridt og jura)		*weald* eller skovleret, ler med stenkul
Jura. oolit med	hvid jura	portland kalk kimmeridge-ler koralrag
	brun jura	oxford-ler stor-oolit under-oolit
lias eller sort jura		lias
(mellem lias og keuper)		de *rætiske* lag
trias som i Tyskland deles i		keuper muslingkalk broget sandsten.

Navnene: trias skal betegne den 3-delte gruppe. Lias betyder det liggende (for jura'en), keuper er ligesom flere af disse navne et stednavn. Oolit derimod ligesom kridt, grønsand o. fl. navn lånt af forherskende bergart. Jura skal minde om udbredelsen blandt andet i de geografiske Jura-kjæder. Weald er et landskab i det sydlige England.

Bergarterne: den brogede sandsten er ofte virkelig broget farvet, ved røde jernholdige striber, men ofte også jævnt rød. Muslingkalken er en grå kalksten, fuld af terebratuler. Keuper består af sandsten og mergel-lag, lias af sandsten, kalk og skifer, oftest mørkfarvede, bituminøse, indeholdende også nogle lag af begkul. Jura består, som listen viser, i England mest af kalk og ler. Jurakalk fra Alperne er lys, grå, tæt, med fladmusligt brud. I brun jura findes også stenkul lag, ligeledes lerjernsten som i Over-Schlesien giver grundlaget for en livlig jern-industri. Lerjernstenen findes i knoller, rækkevis i forskjellige horizonter mellem den brune Juras lag. Ooliten („ertesten" paa grund af strukturen) derimod er kornig og rustbrun. Koralrag er navnet for kalksten, dannet af koraller. Øverst mellem juras kalkstene ligger de lyst farvede litografskifer og litografsten, hvilken sidste anvendes i litografi. Disse skifere indeholde en hel verden af insekter, små fiske,flyvende saurier af skikkelse som flagermus. Grønsandsten

eller grønsandet indeholder mange grønne korn af *glaukonit* (pag. 76). Kvadersandsten, der danner de maleriske klipper i det sachsiske Schweiz og ved Harzens rand, falder ved sin tykbænkede lagning og de derpå lodret stående kløfter i udmærkede kvadre. Kridtet er dels grovt og gråt, dels virkelig skrivekridt, fint og hvidt. Kridtlagene indeholde en mængde flint, dels som knoller, dels i sammenhængende lag. I Devonshire's grønsand-lag er fossilerne (stenkjerner) fyldte med gjennemskinnende chalcedon, et bevis for at en kiselopløsning har gjennemsivet lagene.

Mægtigheden. Trias: broget sandsten er i Tyskland 1000 fod, muslingkalken ved Neckar etsteds 280, keuper i Würtemberg 1000. Lias i Europa kan sættes fra 500 til 1000. Den brune jura i England fleresteds 1100 fod, hvoraf oxford-leret alene 500. Den hvide jura i England 970, hvoraf koralrag 150, kimmeridge-ler 600. Weald i England fra 400 til 1000, kridt og grønsand i Syd-England fleresteds omkring 1000 fod.

Udbredelsen af trias og jura sees (af geologiske karter) i Lotringen, Baden og Würtemberg således: På begge sider af Rhinens brede rende mellem Basel og Strassburg — denne rende er et mellem spalter nedsunket stykke land — hæver sig sandsten-berge (trias), Vogeserne på den ene side i Lotringen, Schwarzwald på den anden side i Baden. Et underlag af granit kommer tilsyne nærmest, langs med spalter er her hele landstykker sænkede eller hævede. I Schwarzwald sænker sig sandstens pladen mod øst, i Vogeserne derimod helder den mod vest. — Profilet fra Schwarzwald, som vi vil følge, kan på en vis måde også tjene til at fremstille Vogeserne. Tegnes det op for Schwarzwald, så kunde det vendes omkring, og det gjælder da for Vogeserne. — I de opspaltede stykker stige gange op med tungspat og brunjernsten.

Dernæst følger mod øst muslingkalk og keuper ved Würtembergs høideland.

I triastiden må store masser salt være nedlagt ved afdampning af hav-vand i afsperrede arme af oceanet. Man kalder også en del af triasfjeldet her saltfjeldet.

I muslingkalken er stykker og led af enkrinus liliiformis omspredt millionvis; de er let kjendelige; de mindste runde led af stilken kaldes „hjulsten“ og „møllesten“.

På grændsen mod keuperen findes antydninger til kullag, men blandet med skivet ler kaldes disse letten-kul. Keuperen indeholder mægtige sandstene, hvorimellem sivsandstenen, såkaldet fordi den er fuld af ekvisetum-rester, det fladtrykte skaft, knudeled, blade o. s. v.

Øverst i keuperen ligger „bonebed“, benlaget; dette er ofte kun nogle tommer tykt; men indeholder benstykker af saurier samt fremfor alt en overordentlig mængde fisketænder.

Længer i øst mellem Neckar og Donau hæver sig den Schwabiske Alb, som peger i fortsættelse af Schweizer jurafjeldene. Her overskrides i en trappefølge først mørk lerskifer, hvorimellem en horizont særdeles rig på store saurier. Især fra omegnen af Boll hidrøre mange pragtstykker i musæerne af saurier. At udminere dem er en liden næringskilde. I de samme skifer findes den store pentakrinus med sit net af fangarme og tentakler udbredt som en paryk; videre aftryk

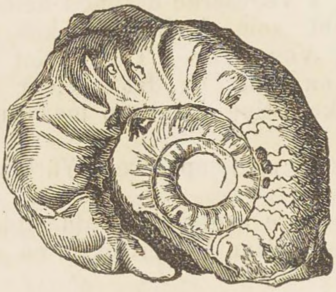
af søtang. Der kan destilleres jordolie af de sorte skiferes bituminøse emner. I den mellemste del af lias kommer dernæst også belemniterne tilsyne i største mængde.

Over lias stiger man op i den brune jura, med ler, sandsten, mergel og kalk. Her er ammoniter især de ledende fossiler trin for trin, ligesom trilobiter er det i den siluriske trinfølge i Skandinavien. Endelig kommer man til foden af den hvide jura, som danner den egentlige Alb — de hvide klipper. Med lagtykkelse af over 1000 fod tårner den sig op over hine overskredne lag, det er mest hvidgule kalkstene.

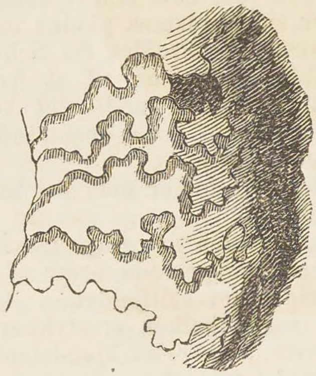
Dette er i største korthed udbredelsen i disse om trias, lias, jura så lærerige egne (efter O. Fraas).

Også jern og kul findes nedlagt i denne tid, især i jura. Rødjernsten i næsten løse korn vindes noglesteds i oolit. Eller nyrer og knoller af jernspat og lerjernsten, som f. ex. i Overschlesien; videre zinkerts og blyerts i muslingkalken, Schlesien og Polen. Skånes og Bornholms stenkul tilhøre de rätiske lag. Også fra lias haves enkelte ikke ganske uanselige stenkullag. Endnu høit mod nord fandt *Tellef Dahll* stenkul lag samt brand-skifer i jura-sandsten på Andø (i Vesterålen). Vi ser således her forhold, der minde om jernets og kullenes sammen-forekomst i den egentlige kultid.

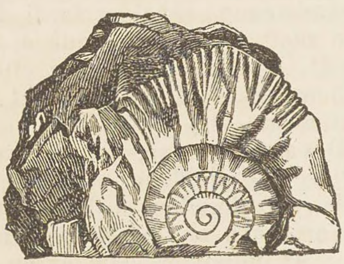
Jura-fossiler fra Andø, fundne af Tellef Dahll.



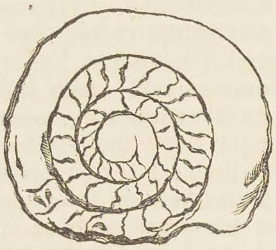
Ammonit. $\frac{1}{4}$.



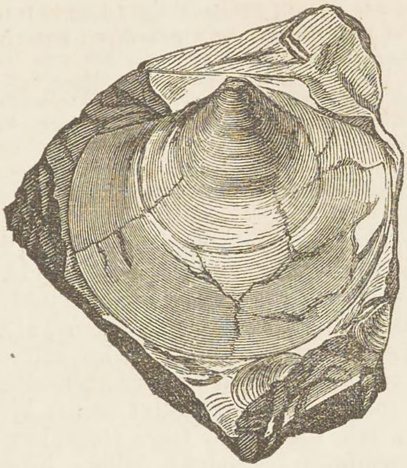
Stykke af yderste omgang, viser kammervæggenes sutur. $\frac{1}{4}$.



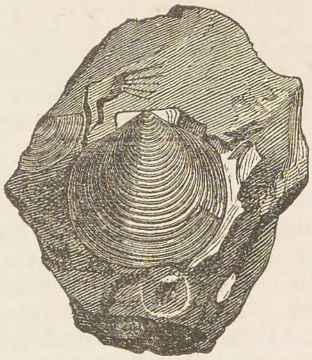
Ammonit. $\frac{1}{2}$.



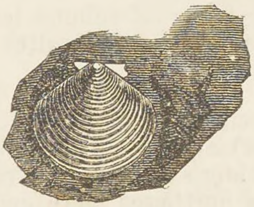
Ammonit, $\frac{1}{4}$.
stenkjerne, afslidt.



Pekten validus, ⅓. (*Lindstr.*)
det høire skal indvendigt.



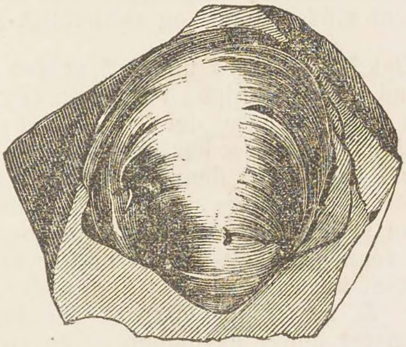
Pekten nummularis, ½.
høire skal.



Pekten nummularis. ½.



Gryfæa. ½.



Gryfæa dilatata. ½.

Man har sammenlignet trias med de der opbevarede fodspor af store vingeløse fugle med Ny-Zealands nuværende fauna. Videre findes der megen lighed mellem oolit-fossilerne og Australiens nuværende tilstand såvel i hav-livet som i fastlands-livet. Den store forskjellighed i jura-periodens lag kommer af almindelige årsager. Fra dens fastlande findes dannelser i ferskvands-søer. Andre findes fra jura kysterne, fra det åbne jura hav, fra dettes sandbund eller klippebund. Klippebyggende koraller og varme kilder udrettede meget i denne periode. Weald blev engang fortrinsvis agtet som krybdyrenes tid, da man derfra kjendte mange store saurier, uddøde kjæmpe-firben, der vrimlede ved kysterne gjennem hele jura-perioden. Deres svære mål og sælsomme udstyr forbauser nu besøgeren i musæerne. Man har lignet Englands tilstand under weald med den nuværende i Galopagos (eller Skildpadde)-øerne. Endelig er kridt-perioden sammenlignet med tilstanden i det ægæiske hav, hvor fint kalk-mudder stille afleies i dybt vand.

Man har også udgående fra ligheden mellem kridt og det dybe oceans bundslam, antaget for vist, at kridt var en dybhavs dannelse. Men denne antagelse er ikke nødvendig, da lodninger omkring Frankriges kyster viser, at lignende slam afsættes på ringe dyb. Heller ikke taler fund af pterodaktylus og skildpadder for et stort dyb for kridtets afsætning. (Barrois).

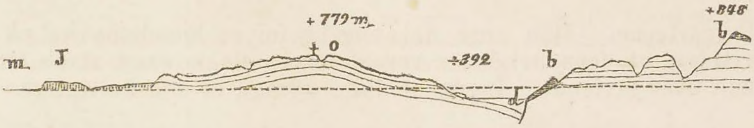
Kridtets udbredelse mod nord i Europa går lige til Skotland og Irland. I Irland har det været beskyttet ved overstrømning af trachytlava'er og augitlava'er i tertiærtiden. Oswald Heer's undersøgelser godtgjøre, at Grønlands klima under den øvre (yngre) kridttid kan sættes lige med det nuværende i Dakota, kun var Grønlands klimat fugtigere. Også fra kridt-perioden har man påvist 2 forskjellige regioner, der tale om klimatiske forskjelligheder, en nordlig og en sydlig ligesom i silur-tiden. Forøvrigt sees det også af kridt-periodens lag allerbedst, at fossilerne er de egentlige mærkestene for en formation, ikke derimod bergarterne; thi mellem „kridt"-periodens lag forekommer også sædvanlige kalkstene som f. ex. plænerkalken i Sachsen.

I middel-livets tid foregik nivå-forandringer, som bragte nyt land op i det tørre, og lagde grundvold til senere endnu høiere oprykkede fjelde. Et såre vigtigt nedlag, som navnlig beriger Syd-Tysklands trias, er stensalt. I Baden og Würtemberg vindes salt siden 1812 og 1816 i det store, samt langs nordranden af Alperne er store saltværk. Også i Nord-Tyskland har man ved boring fundet svære stensaltmasser. Den største er ved Stassfurt (pag. 116). Stensaltet er her kjendt i den vandrette linie 1200 fod og i dyb 1000 fod. Over stensaltet ligger kalisalte (fig. 161) som et værdifuldt biprodukt (tillige broracit pag. 40). — Bølgeslags-mærker (pag. 101), indtryk efter regndråber, fyldte sprækker efter tørring i solskinnet er hyppige i trias'ens lag og fortælle om lave vandstande og stigninger af havbund til tørt land. Saltet kan *tildels* forklares derved, at større flader af søbund lagdes tørre, således at saltmængden blev tilbage (pag. 117). Stensaltet ledsages af gips, dolomit og saltholdigt ler.

Det kunde synes umuligt, at der findes hele saltberg liggende frit i dagen. Ved Kardona i Spanien (Pyrenæerne) arbeides i åbent brud på en stensaltmasse, der ledsages af rød lerholdig sandsten, tilhørende kridttiden. *Cordier* har beregnet, at der ikke borttæres mere end 1½ meter i 100 år af denne masse. Et sidestykke til Kardona er saltberget Djebel Usdom ved sydvest-enden af det døde hav. Den nederste del af dette (100 meter høie) berg består af stensalt, 20 meter. Også denne stensalt-masse tilhører kridt-tiden. Juda-bergene består øverst af kridtmergel med flintknoller (Olieberget), derunder tæt kalksten. *L. Lartet* har vist, at det døde havs dybt liggende strækning (392 meter under havfladen) er en spalte, fremkommen ved sænkning. På den østre side kommer den underliggende ældre sandsten tilsyne. Dette således tydeligt betegnede brud i jordskorpen viser sig endnu langt op i Jordans dal. *O. Fraas* har troet at kunne erkjende flere brudlinier i Juda-berge, hvis kridtlag ligge tilsyneladende næsten vandrette. Det døde havs store saltmængde synes efter de nævnte reisende at være fremkommet dels ved Jordans vand, som har udvasket kridtfjeldenes saltlag, og i det døde havs afgrund ikke fundet afløb, dels også ved underjordiske kilder, som opkomme langs spalten. Afgrunden ved det døde hav har lige siden historiens første tider været skueplads for jordskjælv, der synes at forplante sig lettest langs den i syd-nord løbende spalte.

Udbredelsen af middel-livets tids yderst forskjellige lag giver Europa det såre vexlende udseende, som sees bedst af de geologiske karter, men som kun skinner ufuldkomment igjennem i geografiens landbeskrivelser.

291 bis.



Snit fra Jaffa over Juda-berge og det døde hav til Moabs høisletter (efter *L. Lartet*).

m middelhavets og d det døde havs flade 392^m meter under middelhavets. J Jaffa, + Jerusalem, O Olieberget, bb basalt (gammel lava) på østsiden af det døde hav samt på Moabsberg.

Ny-livets tid. De vigtigste afsnit i række ovenfra nedad har man betegnet på følgende måde, hvorhos her visse mægtigheder angives i runde tal:

	Navne.		Exempler på udbredelsen.
eftert. per.	de post-tertiære (efter-tertiære)	formationer	Nord-Europas og Nord-Amerikas mærker efter glacial-tiden. Rhindalens løss. Lag på Sicilien fra 700 til henved 2000 fod.
tertiære periode.	de yngre	tertiære formationer.	Krag i England, 60 fod. En *del* af Apennin-randens lag indtil 2,000.
	de midlere		En del af molasse og nagelfluh i Schweiz, indtil 6 og 7000. En del af Wiener-bækkenet. De fleste brunkul-afleininger.
	de ældre		Den underst liggende del af Paris's og Londons bækkener (med Pariser grovkalken, Londoner leret). I England fra 2000 til 2270 fod.

Istedetfor yngre, midlere, ældre, har *Lyell* indført navnene pliocæne, miocæne, eocæne formationer, idet han går ud fra, at mellem fossilerne visse procenter tilhøre nulevende arter. Vi kunde oversætte eocæn ved *nydagningens*, miocæn ved *færre-nylivs* og pliocæn ved *flere-nylivs* formationer, idet i hine de indeholdte, første og få arter af den *nye*, nulevende bløddyr-verden fortæller om nutidens *dagning*, og idet i disse først *færre*, dernæst *flere nye*, nulevende arter træde op.

De to perioder i denne pattedyrenes tidsalder adskilles forøvrigt således:

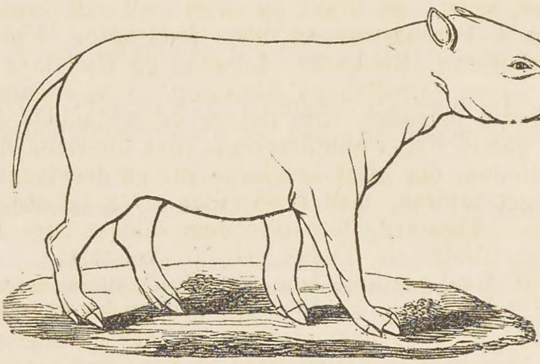
1) den *tertiære periode.* Her tilhøre pattedyrene uddøde arter. Og af hvirvelløse dyr findes fra kun 9 pct. i de ældste lagfølger til hele 90 pct. i de yngste af nulevende arter. Europa er i denne tid endnu for næsten $\frac{1}{3}$ dækket med hav. Veirlaget er endnu næsten tropisk. De store kjæder, som nu skiller mellem den nordeuropæiske og den middelhavske region (pag. 140) er ikke forhånden. Det er brunkul-floraens, basalt-udbruddenes, salt-afleiningens tid.

2) den *efter-tertiære periode.* Her tilhøre pattedyr uddøde, men næsten alle hvirvelløse dyr endnu levende arter. Europa får under denne periode sin nuværende udstrækning. Grændsemurene mellem landregionerne er tilsidst forhånden. Det er vulkanernes, den store is-verdens, de store floders og tillige de første menneskers tid. Og efter denne tid optræder ingen nye slægter i dyr og planteliv.

Den tertiære periode.

Bergarterne. Man anså det engang for et kjendemærke på hele tertiærtiden, at dens bergarter var af løsere slags, samt at de fandtes liggende over lavlande. Ingen af disse udsagn er ganske rigtige. Når

292.



Palæoterium efter *Cuvier.* $\frac{1}{20}$.

293.



Anoploterium. $\frac{1}{20}$.

294.



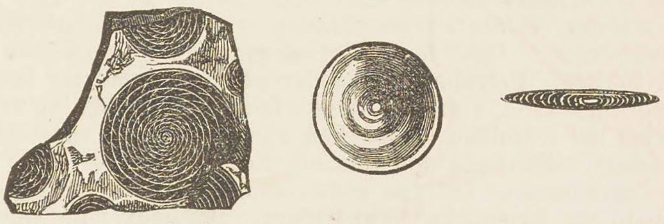
Xifodon efter *Cuvier.* $\frac{1}{10}$.

man undtager nogle af de ældste lag som nummulitkalk, grovkalk, ferskvandskvarts, nagelfluh o. s. v., har disse perioders lag vistnok ikke fastere sammenhæng end ler, sand, gips, mergel, brunkul, stensalt, blødere sandsten såsom mollasse o. s. v. Men de samme ældre lag sees fleresteds løftede i ganske anselige høider. Medens således de lave bækkener, hvori London, Paris og Wien ligger, og som indeholde en vexel af hav- og ferskvands-dannelser, der tildels samtidige, foregik i havbugter, snart med brakt og snart med salt vand — finder vi nummulitkalken i Pyrenæerne til 9000 fods høide, i Alperne til 10,000 fod, i Karpaterne, Kaukasus, Libanon og Himalaya hævet til de største høider — og nagelfluh på Rigis top. I ny-dagningens dannelser findes de første pattedyr, som tilhøre de tykhudede — såsom palæoterium (det gamle dyr), anoploterium (det ubevæbnede dyr) og den nærstående xifodon, der efter tænderne var en drøvtygger. Palæoterium ligner noget tapiren, med forskjellige arter, af størrelse som hest, tapir og svin. Figurerne forestille dem således som dyrkjenderen tænker sig dem tilfølge de fundne dele af skelettet.

Udbredelsen af såvel tertiære som eftertertiære dannelser er mer spredt end de før omhandlede ældre. De klimatiske forskjelligheder træde tildels stærkt frem og begynde mer og mer at tage skikkelsen af nutidens. Men den enslige beliggenhed af flere bækkener med forskjellig fauna og flora efter de daværende fysiske forholde gjør ofte sammenligning besværlig — som f. ex. Pariser- og Londoner-bækkenerne på den ene side, Wiener-bækkenet og Schweizer-lavlandets eller Lombardiets på den anden.

295.

a. b. c.



Nummuliter (myntstene). a. gjennemskåret. b. udvendig. c. tværsnit.

Nummulitkalken er nævnt efter de fossile rester, som i den findes i millioner af *nummulites*, en uddød rizopodeslægt med myntformet kalkskal delt i mange kamre.

Nagelfluh er et udmærket konglomerat, der sammensætter hele fjeldmasser i alpernes formure på nv. randen ud mod Schweizer-lavlandet, og som indeholder brudstykker af de forskjellige bergarter, lige fra den sædvanlige kalksten og sandsten i nærheden til fremmed rød granit og porfyr, som ikke engang øines mellem omgivelserne, og som man mener må hidrøre fra ældre masser, der forblev i dybet under alperandens fremskyvning ved nordranden.

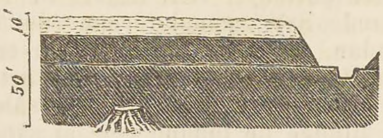
Mollasse kaldes herhenhørende oftest temmelig bløde og kalkholdige sandstene i Schweiz.

Grovkalken er en af Pariserbækkenets mange skjønne bergarter,

der vidner om dannelse i brakvand. Ferskvandskvartsen er en fuldkommen kvartsit sammestedsfra.

To vigtige nedlag fra den tertiære periode er derhos brunkul og stensalt. Tyskland er rigt udstyret med brunkul. Leopold v. Buch udpegede disse bækkener: 1) ved Over-Rhinen mellem Vogeserne og Schwarzwald, 2) i Hessen og Westerwald, 3) ved Bonn og Køln, 4) i Thüringen, 5) i Bøhmen ved Erzgebirges rand, 6) i Schlesien v. for Oder, 7) det nordtyske bækken fra Harzen og Magdeburgs omgivelser til Berlins og Frankfurts.

295 bis.



Væg i en brunkul-grube ved Sarau, øverst alluvium, derunder brunkul med en opretstående stamme stub af bartræ, 36 fod i omfang (efter *Gøppert*).

I brunkul-gruben Bleibtreu i Siebengebirge er fundet 35 opretstående stammer, hvoraf den største målte 9 fod tværsnit i brysthøide.

Plantelivet i Europa langs disse bækkeners bredde — hvor skov groede og træmasse opdyngedes — minder mest om den i Nordamerikas sydstater nu herskende. Stærkt indtryk gjør det at se, at landene høit op mod polen har havt de samme skove.

Af bekjendte saltnedlag hører flere til denne tid. Ved foden af Karpaterne fremtræder således saltholdigt ler og mergel med stensalt og gips i 3 linier, videre i Overschlesien, ved det berømte Wieliczka og i Siebenbürgen. Også forekomst af petroleum og jordvox i Galicien hører herhen. Petroleum udvælder på mange punkter langs Karpaternes nordlige rand, i en linie begyndende i Schlesien og strygende over Galicien ind i Moldau. Jordolien synes samlet i visse sandsten- og skifer-følger, tilhørende den tertiære tid.

Store omvæltninger betegne enden af den tertiære periode, og til dem knyttede sig klimatiske forandringer som nødvendig følge. De gjennem det sydlige Europa og Asien strygende store kjædetog, hvor nummulitkalken optræder, fremkom. Ifølge Elie de Beaumonts kjædesystemer skal i Europa være hævet først Pyrenæerne, Apennin og Karpaterne, dernæst Vest-Alperne med Mont-Blanc; tilsidst Øst-Alperne.

Geografiens Jura-kjæder danner et bælte i retning s.v. til n.o. mellem Schweiz og Frankrige. Jurakalkstene danner i almindelighed det øvre dække, men i de dybt oprevne dale kommer også trias tilsyne. Bæltet er et i mægtige vinkler og folder sammenpresset system med parallele kjæder og dale. Jo dybere disse „*længdedale*“ er oprevne, desto mere kommer tilsyne af de ældre, understliggende lag. At foldningen foregik i den tertiære tid skjønnes deraf, at molassen deltager i foldningen. Juras bygning kan simplest anskueliggjøres ved at sætte bogstaverne A og V sammen i rækker.

Schweizer-Alpernes bygning er langt mere indviklet. På ethvert kart vil man se følgende 4 afdelinger i en del af Schweiz: 1) Jura fra

Genfersøen mod n.o. forbi Neufchateler-sø til Basel; 2) lavlandet mellem Genfer- og Boden-sø; 3) (Kalk-Alperne eller) Alpe-randen fra Genfersøens østlige ende over Thuner-, Brienzer- og Luzerner-sø; 4) central-bæltet, der tildels dækket med gletscher og firn stryger fra Mont-Blanc i n o. retning forbi Finsterarhorn til bunden af de sidstnævnte søer. I lavlandet findes molasse og nagelfluh, den sidste optårnet til svære høider i Alpernes udliggere som på Rigi. Alpe-randen i Schweiz derimod består af jurakalk, kridt og nummulitkalk samt nogle skifere. Ved et engang i retning fra central-bæltet udgående tryk er hele lagfølger af uhyre mægtighed her bøiede (som i Jungfrau) tilbage over sig selv. Central-bæltets bergarter er talkholdig granit, serpentin, gabbro samt ældre skifere. Alpernes Bygning kan simplest fremstilles ved at sætte bogstaverne I og V og atter I sammen for at udtrykke central-bæltet, derimod ved at sætte C omvendt eller lægge flere S på siden for at udtrykke kalkalperne.

De fra dybet fremvældede masser tage i tertiærtiden en så bestemt dragt, forskjellig fra før, at man ordner dem som yngre eruptiver (hovedtyper: liparit, trachyt, basalt) i modsætning til ældre (granit, kvartsporfyr, syenit, gabbro, grønstene).

Basalt-udbredelsen i Europa kan overskues således: 1) Nord-Europas ølande. Fra det nordlige Irland over Hebriderne, Skotland til Færøerne, derhos en stor del af Island. 2) Mellem-Tysklands. I et bælte fra vest mod øst fremtræder her basalt i Eifel, Siebengebirge, Westerwald, Vogelsgebirge, Rhøn, videre over Thüringen, Sachsen, det nordlige Bøhmen til Riesengebirge. 3) Central-Frankriges, i Auvergne, Cantal, Velay, Vivarais. (Zirkel).

Med basalt, liparit, trachyt-udbruddene begynder kræfterne fra dybet at arbeide i den nuværende vulkanitets præg. Basalt udbruddene tilhører brunkultiden. Ungarns og det centrale Frankrigs trachyt og liparit tilhører samme tid. Europas nuværende vigtigste mineralkilder er ordnede på linier omkring disse gamle gjennembrud. Herved bliver det klart, at mineralkilderne hører til de vulkanske eftervirkninger. At også ertsgange kan regnes på en vis måde til de samme, er alt nævnt, og vil fremgå af betragtningen over dislokationer og kjæder.

Dislokationslinier. Forskyvninger.

(Se pag. 87).

Enhver kjender Bøhmens kantede form af kartet, en skjæv rude, noget stumpere oventil, spidsere nedentil. Bøhmens grændseberge omgive landet med kjæder, i n. v. Ertsgebirge, i n. o. Riesengebirge og Sudeterne, i s. v. Bøhmerwald. Når man ved hjælp af de geologiske profiler sætter sig ind i disse fjeldes bygning, sees, at bygningens hovedlinier følge disse retninger. De samme retninger gjenfindes i de geografiske karter, og bedre i de geologiske hos Alperne, Jura o. s. v; selv i Schweizer-søerne: i Neufchateler-sø som Ertsgebirge, Boden-sø som Sudeterne.

Men disse linier gjør sig gjældende også i landskabs detalj til ex. i Würtembergs flodløb og hele overflade-relief. Følgen er keuper, derover lias, men Würtemberg er opskåret med linier, hvor sammenhæng

brydes, og man stiger over store trin 3 gange på nyt op i keuper, istedetfor at komme til noget høiere. Følges Neckar på kartet, da sees den at bøie i skarp vinkel ved Plochingen, derpå atter i vinkel ved Kanstadt. Disse systemer af brudlinier gjennemkrydse landet, således at helt udskårne stykker er sænket eller hævede i forhold til nabostykket, og Neckaren selv tegner med sit løb nogle af de samme linier.

Disse brudlinier, langs efter hvilke sammenhæng er ophævet, kan ingen ane af overfladens betragtning, når denne sættes i forgrunden. Hvorledes den geografiske betragtning tager sig ud lige for den geologiske, kan stilles for øie i Rhindalens snit. Ethvert kart viser Rhinens brede dal fra Basel opover: et fjeld på hver side, en bred dal imellem; men granskningen af bygningsleddene har vist, at denne dal er et eget sætstykke. Følgen er på begge sider her, fra Schwarzwald ind mod Schwaben, fra Vogeserne ind mod Lotringen: granit, rødtliggende, trias, jura. Kalde vi disse store led 1 2 3 4, så kan Rhindalens spalte fremstilles således:

Lotringen Vogeserne Schwarzwald Schwaben

4 3 2 1 | Rhinens dalsænkning | 1 2 3 4

———4———

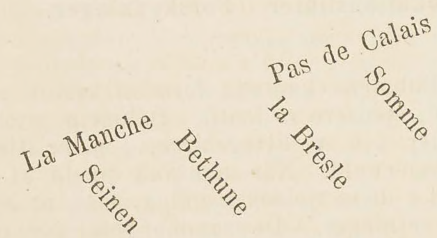
———3———

Geografen vilde tale om Rhinens udhulede rende, men bygningen viser, at renden er et særskilt stykke mellem dislokationslinier (Laspeyres 1876).

Rhindalen står i dette forhold ikke alene mellem alle dale.

I Frankrige følger Seinens dal en brudlinie (påvist af Hébert). Kridtformationens afdelinger give her de ledende tråde i bygningen. Dislokationen, som ikke anes af overfladeforholdet uden disse bygningens led medtages i betragtning, udgjør ved Rouen et spring af 150 mtr. Bethune-linien er en lignende.

Ved kanalen og strædet kan linierne således overskues (efter Lapparent og Barrois) ved flodløb, som ligge på dislokationslinier, eller på syn- og antiklinaler (pag. 86).



I Preussen sker Oderens nedre løb på en brud-linie, der er oprevet senere end de yngste tertiære lag og før diluvium. Det nordtyske sletteland ligger så lavt, at Berlin kun er 70—80′ over havet. Men Oderen bryder der hvor den — forladende sin første retning, som peger

mod Spree og Elben — tager afgjort løb mod nord, mellem Schwedt og Stettin gjennem høideland fra 200 til 400′ o. h. Boringer fandt sted fleresteds i Oderens dal for at skaffe vand, og man fandt ikke det underlag, som skulde følge, men flodbreddens eller dalsidernes egne byggeled itubrukne, ligesom stykker i et stort omstyrtet murværk. (Behm).

Længst kjendt har dislokationer med spring været fra stenkulformationen af let forklarlige grunde; men de vise sig i alle formationer, hvor man har havt opfordring til at følge visse horizonter ved underjordiske arbeider: i Bøhmens silur, hvor man fulgte jernstene, i stenkulformationen, hvor man fulgte kul og lerjernsten, i permisk hvor man arbeidede på kobberskiferen, i liasformationen hvor man som i Skåne følger liaskullene, i tertiær, hvor man fulgte brunkullene.

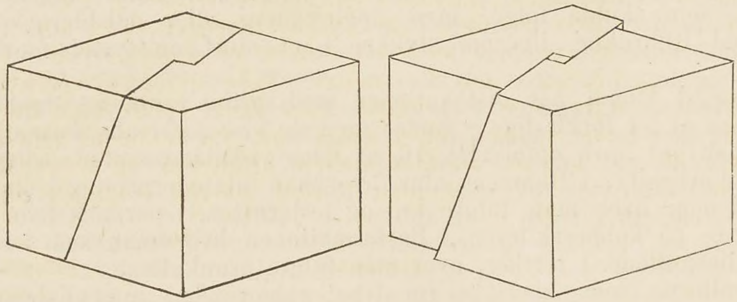
Spalterne, som skjære op fra dybet ophævende sammenhængen, er dels udvidede til virkelige gangrum og fyldte med mineraler, dels forholde de sig kun som et med kniv skåret snit. De sletter, som på utallige steder overskjære bergart af forskjellig slags, forholde sig i det små ikke anderledes. Gjennem basalt-konglomerat i Bøhmen er sletter iagttaget, der skjære gjennem såvel de hårde basaltknoller som den blødere tuf. Ammoniter i jura vise sig knivskarpt overskårne og snittet fyldt. Kvartskonglomerater fra kultiden har på samme vis undertiden sine hårde rullestene overskårne, stykkerne rykkede ud af sammenhæng og atter sammenkittede. Meget ældre konglomerater i Norge vise lignende. Når man ser nøie til, findes de overskjærende sletter at ligge i parallele systemer.

Jo mere ertsgange granskes, desto hyppigere stilles os dette for øie, at med gangspalten følger tidt, om ikke altid en dislokation, og denne kjendsgjerning giver en hjælp til at forstå hvorledes (ertsfyldte) udvidede rum fremkom. Man foretager den simpleste prøve, idet man skjærer et stykke træ igjennem med et snit, som kaster sig i små vinkler eller buer. Når man dernæst bevæger det ene af de overskårne stykker, det som bekvemmest kan glide, vil åbne rum fremkomme. Når altså en spalte er oprevet gjennem formationer og lagfølger, og rum åbnes, kan opstigende dampe og opløsninger fylde just disse rum.

Neve-Foster har 1876 gjort dette forhold anskueligt for de berømte Kornwalls tinganges vedkommende. Som alle tingange verden rundt er disse knyttede til en granit, som derfor kan kaldes tingraniten. Selve ertsforekomsten er et bestandigt selskab af tinsten, kobberkis, wolfram, flusspat o. fl. Spalter sees at sætte gjennem såvel tingraniten som de i den hjemmehørende tinsten-leiesteder. Denne spalte, ofte kun lidet synlig, den kan være $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ tomme bred, og fyldt med kvarts og jernfarvet ler, kalder han veilederen eller deleren. Selve ertsparfierne forholde sig, liggende paa denne spaltes løb som skorstens rør. Antaget at spalten brød op efter en noget buet linie, og at dernæst en forskyvning foregik, så måtte sådane skorstensrør åbnes, hvilke altså kunde fyldes med det nævnte tin-selskab.

Indtegnes i modellen forskjellig bergart, eller en lagstilling, eller vendes den i forskjellige stillinger: så forestiller den de åbnede rum for ertsfyldning snart ved en eruptiv grændse, snart mellem lag, og man kan stille sig både vertikale, og skråt nedgående og horizontalt liggende, både smalle og brede skorstensrør for øie. Anbringes på modellen *et*

knæk i snittet, så får man *et* ertsrør, anbringer man flere, så får man flere liggende i en linie.



I det af Neve-Foster fremstillede Kornwalske exempel tænke vi os modellen som et stykke granit-fjeld, spalten oprives, stykkerne bevæges (ved dislokation) ud af sammenhæng, et rør-formet rum åbnes, og på dette findes tin-selskabet, som i damp- og opløsningsform fandt vei gjennem spalten. Lederen fører da til det næste skorstensrør.

Hvis man skjærer modellen af tyk stamme, således at årsringene tegne paralelle streger, da har man den bekvemmeste model til at gjøre sig mange slags ertsårer, indstukne mellem lagene, anskuelige.

Ifølge dette forhold ligge mange ertsårer i rækker, og ifølge det samme har man opfordring til at søge efter rækkens linie. Og derfor har man også grund til at være opmærksom på de eruptiver, med hvilke ertsselskabet følger.

Når man først vægrer sig mod denne forklaring, da er det fordi bevægelse i vertikal retning var de længst og almindeligst kjendte — fremgående af til exempel kulgrubernes karter og snit. Men man må være, siger alpeforskeren Rütimeyer, ligeså fuldt forberedt på horizontale forskyvninger som på de i vertikal retning.

Betragtningen af fjeldkjæderne grundet på geologiske karter og snit leder lige til detaljerne ind mod samme slutning.

Fjeldkjæder.

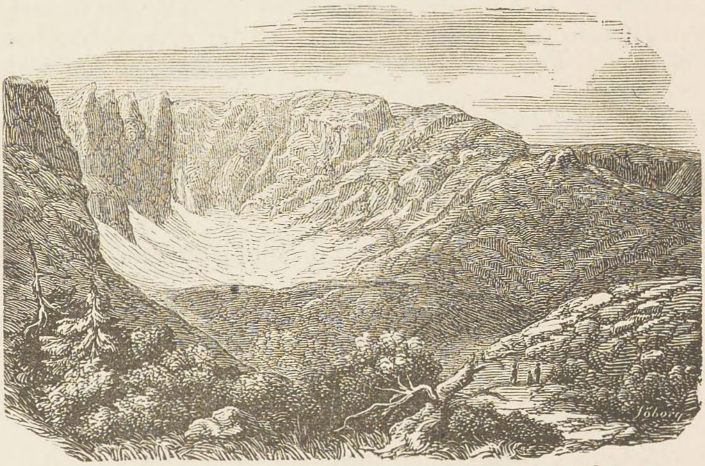
Geografien har længe lært os om fjeldkjæder, og de sees på karterne. Efterat geologien kom så langt som fra spekulation i stuen til kartarbeide i marken, begynder fjeldkjædernes bygning at afsløres. Men vi må stille os nogle af dem for øie.

Ertsgebirge er undersøgt, først for sin ertsrigdom på nordsiden som navnet minder om. Hovedretningen er s.v.—n.o. I denne retning gjenfindes de samme lag. Snittet tværs over viser et fladere fald af lagene på nordsiden. Idet man søger tværs over fra Sachsen ved Pirna sees (først kridt, som lægger sig på granit, dernæst) kambrisk lerskifer, så grå gneis, så rød gneis, hvilken sidste tildels er lig med Norges gneis-granit og stribede granit. Langs under den søndre, brattere rand er en brudlinie. Således er hele den østlige del i den (halve) ensidige kjæde. Men i den vestlige del overskrides den samme følge

atter i omvendt orden. Den vestlige del er en fuldstændig antiklinal. Graniten ved Karlsbad (Karlsbader-tvillingerne) får just sin plads i kjædens axe. Den anden halvdel i øst sank i dybet (G. Laube).

Tværs over hovedretningen stryge de i Sachsen såvel som i Bøhmen bekjendte kvartsgange med rødjernsten og manganertser. De forholde sig som hovedkjædens tværspalter. Mineralkilderne ved Karlsbad og Marienbad står i nøie forbindelse med gange fyldte med hornsten, følgende de samme spalter. Det synes som om Bøhmens mineralkilder optræde på skjæringspunkter mellem brudlinien og tværspalterne. Kilderne fremtræde på sydranden (basalt udbrud i kupper spores i samme retning) således:

længst i vest i Egerdalen	Karlsbad	længst i øst Teplitz



Grosse Schneegrube i Riesengebirge, efter Hirts Atlas.

Riesengebirge de høieste af Bøhmens fjelde, består i sin centrale del af granit med de afrundede velbekjendte former, med vakre dybe dale, hvis vægge blotte 2400 fod dybt. Tegningen viser den store Snegrube, en cirkus eller dalkjedel i central-graniten. Af ældre lagfølger optræder glimmerskifer, lerskifer glindsende som Norges o. s. v. Bygningen i det store kan fremstilles ved et A, (hvor toppen indtil tværstregen er borte); ud til begge sider af dette snit over kjæden må indtegnes porfyr gjennembrud, og gjennem disse atter basalt. Jokély fandt skiferne gjennembrudt af vakker stribet granit i gange.

Weserkjæden. Forlængelsen af Sudeternes linie peger over nordranden af Harzen til Weserkjæden, denne gjennemskjæres i et snævert pas af Weseren ved Porta Westfalika. Køln-Mindener jernbane åbner det smukke snit i denne lille kjæde, som har betydning derved, at den viser hvad der er det store slettelands bund. Kjæden er kun $\frac{1}{4}$ mil bred og høiderne ikke store. Weseren flyder i Porta på 100 fod o. h., Wittekind-berg er 800'. Strax udenfor Porta åbner sig den nordtyske slette, strækkende sig uafbrudt til Nordsøn og Østersøn.

Gjennem disse jura-lag kan følges en række af forskjellige fauna'er. Nederst er mergelskifer med ostrea, så brunlig kalksten med avikula, dernæst mergelsandsten og kalk med ammoniter, hvorimellem store 1' i skiven, nu 100' tyk kalksten med posidonia, så lersten med gryfæa dilatata, derpå øverst i det større berg kalksten med exogyra, kalkmergel med gresslya, og i den mindre høide står Portlandkalken med en cementfabrik for hydraulisk mørtel (samme kalk i England er bekjendt for sit cementmateriale). Lidt ude på sletten møder weald under dækket af diluvium. I gruben Laura traf man ved 200' dyb et stenkullag 13" tykt i wealdens sandige skifere.

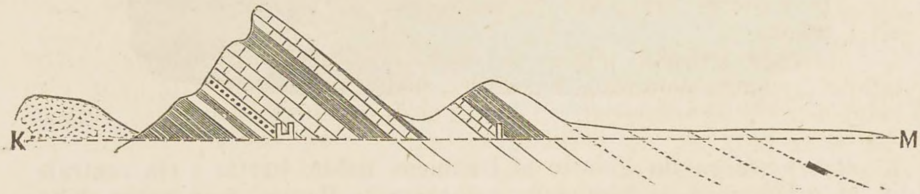
Alt dette, siger F. Rømer, som har opgået snittet i Porta, må tænkes oprindeligt horizontalt, og der er intet, som taler imod, at hævningen her har foregået i et eneste sæt, engang efter afleiningen af weald, men før tertiærlagene. I Harzens rand deltage kridtlag i omstyrtningen. Hævningen foregik således muligt engang mellem kridttid og tertiærtid.

De fremmede blokke (fra istiden) findes ikke på Weserkjædens nordskråning; nogle er trængte indenfor, og der er ingen anden vei at påvise end passet, Porta, hvilket allerede altså dengang var forhånden. (F. Rømer).

Søger man efter den anden arm i denne opbrydning af jordskorpens byggedele, så henvises man til *Teutoburgerwald* der i en del af sit løb stryger som Weserkjæden; men medens denne viser jura, viser hin især kridt. På mellemrummet indenfor disse kjæder er ældre lag tilskue, lias, keuper.

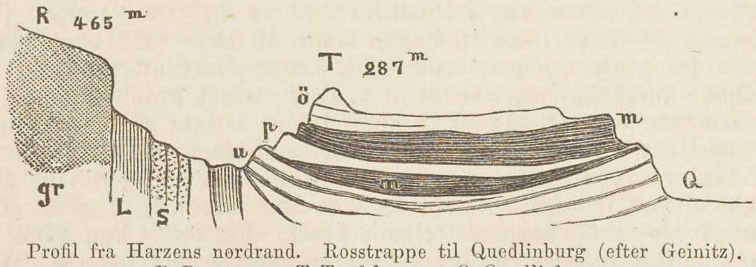
Teutoburgerwald er derhos udpeget som grændsclinien for udbredelsen af nordiske blokke.

Profil af Weserkjæden ved Porta Westfalika efter Fr. Römer.



K—M Køln-Mindener jernbane linie

Porta Cementfabrik kulgrube Laura.



Profil fra Harzens nordrand. Rosstrappe til Quedlinburg (efter Geinitz).
R Rosstrappe T Teufelsmauer Q Quedlinburg
gr. granit l lerskifer S broget sandsten, u undre kvadersandsten m mergel p plänerkalk
ø øvre kvaders.

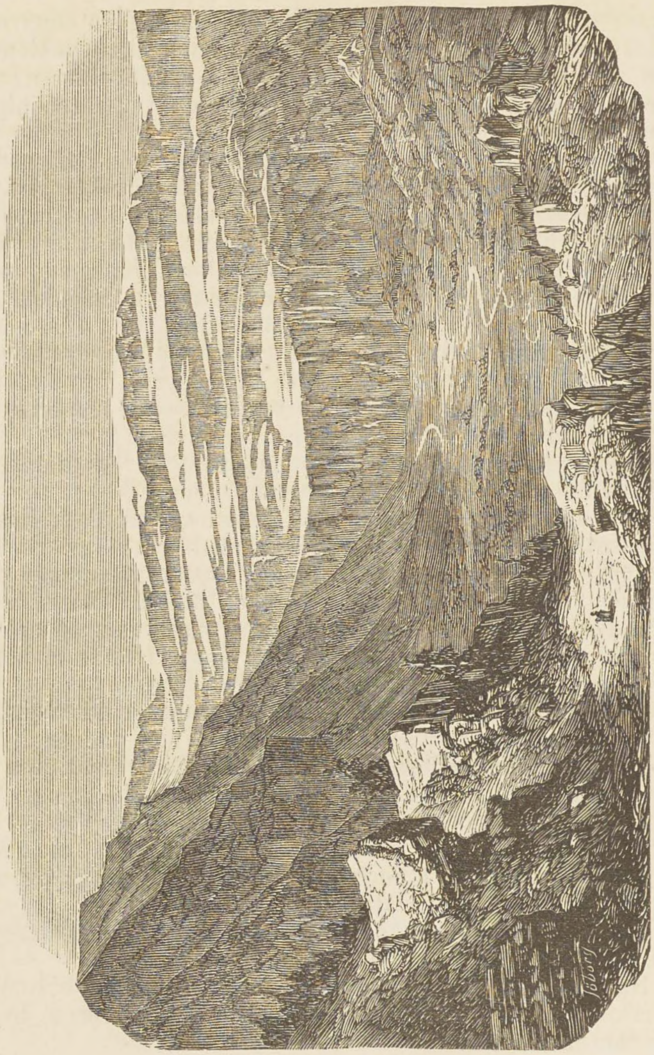
Harzen. Idet man følger den ved Weserkjæden angivne retning på kartet kommer man til et felt, opragende som en ø mellem bølgende bakkeland og længer ud sletten, nemlig det berømte Harzen. Nordranden af det med skov tilplantede, ertsrige Harz stryger retliniet som en mur. Foran ligger en række af byer, disse Goslar med Okker hytte, Harzburg, Blankenburg, Ballenstedt. Her møder endnu (som i Weserkjæden og Teutoburgerwald) jura og kridt, men Harzen selv med sine to granitfelt, Brocken og Rosstrappe, og med sine berømte gruber Rammelsberg, Klausthal, Andreasberg o. s. v. er ældre fjeld. Det består af kulm sandstene, lerskifere med posidonia, af devon sandstene, kvartsit, skifere med goniatiter, klymenier, cypridina, calceola o. s. v., af silur lerskifer med graptoliter. Disse lag ligge i folder. Skiktbølgernes strøg går mest tværs mod Harzens hovedretning, som er nv—so, altså omvendt: so—nv, og folderne blive svagere mod nv. Selve granitfelternes retninger svare til disse 2 Harzens, Brockengraniten udstrakt i sidste, Rosstrappe graniten i første retning. K. Lossen kommer 1877 efter flere års undersøgelser til det resultat, at Harzergraniten frempressedes ved de samme bevægelser, som også foldede skiktsystemerne i Harzen. Alle ertsgange på Over-Harz er selv dislokationsspalter. Det navnkundige Rammelsberg (bergværket begyndte her ved sachsiske bergmænd år 972) nær Goslar viser med sine ertsmasser megen lighed med Røros, Ytterø og andre i Norge. Ertsen er samlet i underdevoniske lag. De med erts fyldte rum opstod ved skikternes sammenstuvning og ved glidninger, og de fyldtes med ertsopløsning fra opstigende kilder (K. Lossen 1877).

De store forskyvninger ved Harzens nordrand er ikke synlige i tegningen. Langs denne rand sees en brudlinie, men lagene i det foranliggende bakkeland er noglesteds ganske væltede: hvid jura synes at ligge over (nedre kridt) kvadersandstenen. Et stykke længer ud ligger alt i orden.

Harzens sydrand følges ved Ilefeld et stykke af mægtige porfyr udbrud gjennem permisk. I porfyren findes vakre gange og nyrer med manganertser og tungspat. Således er Harzen ertsrig. I den vestlige del Over-Harz er de berømte ertsmasser ved Goslar, gangene ved Klausthal, Andreasberg — svovl- kobber- sølvertser.

Ved Harzens østlige ende udbreder sig Mansfelds berømte gruber på kobberskiferen, og i syd ved Ilefeld er manganertserne, hvorfra alle samlinger får håndstykker.

Pyrenæerne. Den berømte Cirque Gavarni slutter Gave du Pau ved Pyrenæernes nordrand. Dalen ender i en halvkreds, hvorfra gletscherelve styrte ned. De store høider indtil 10,000' er granit, som holder sig i Pyrenæernes axelinie, dalbunden længer nordligt foran cirkus er glindsende lerskifer som Norges. I disse og lignende dalindsnit med vilde cirkuser — gletschernes værksteder — lægges Pyrenæernes bygning åben. Går man fra axelinien mod nord, så overskrides efter graniten først forvandlede lerskifer (til glimmerskifer, kiastolitskifer o. s v.) dernæst oversilur, devon, derpå (ingen kul) trias, lias, jura, tilsidst yngre kridt yderst i randen. Fleresteds bryder granit op, også i lias og jura, kalkstenene er da så fuldstændigt forvandlede til marmor, at man før antog dem for urkalk. Men i lias-kalkstenen er korallers spor endda ikke udslettede. På den anden side af kjædens ryglinie



Cirque Gavarni efter G. Doré.

overskrider man den samme følge. Ved søen Lerz i Øst-Pyrenæerne ved nordranden sees „lerzolit", en olivinsten, i rækker og kupper langs randen af den granit, som der bryder gjennem jurakalken.

Langs nordranden af Pyrenæerne findes en række af varme kilder, navnlig svovlkilder, med de besøgte badesteder Barèges, Bagnères de Luchon o. fl. De hede svovlkilder navnlig vælde frem på granitens grændser, (Zirkel).

Alperne. Kunskaben om Alpernes bygning har gjort lange fremskridt siden det gamle standpunkt fra 1830, da man mente, at Alperne bestod af tildels for dem eiendommelige systemer, som ellers ikke fandtes. Alpekalk, flysch, verrukano, molasse, nagelflu var nogle af disse ældre navne, som nu tildels henvises til bekjendte systemer og deles på dem.

I 1847 påviste Murchison kulkalkstenen. Franske- Schweizer- Bayrer-Østerriger og Italiener-geologer arbeidede på at udtyde Alperne. Dertil kom gjennemsnittet af Mont Cenis og nu arbeides på gjennemsnittet af St. Gotthard.

Alpekalken er altså dels trias (hallobia-kalk o. fl.), dels lias (dachstein-kalk o. fl.) dels kridt som nummulitkalk. Verrukano er rød sandsten og konglomerater under triaskalken. Flysch ligger over kridt og er alle slags skikter i ubeskrivelig forvirring, sammenkrøllede som et knitret bånd (Suess) eller således at fjeldoverfladen viser sig med tegninger som på en damascener-klinge (Hochstetter); den er eocen. Molassen (miocen) er mergel og sandsten. Nagelflu er et uhyre konglomerat ovenpå molassen.

St. Gotthardt-profilet — følgende jernbane-undersøgelsen — går fra Luzern op i Reussdalen, derpå gjennem St. Gotthardts masse, følger så Ticinodalen og ender i Lago Maggiore.

På sydsiden af Alperne udbreder sig en hel zone af eruptiver: granit ved Baveno (Baveno-tvillinger), syenit ved Biella, kvartsporfyr ved Lugano. Central partiet er granit, gneis, glimmerskifer, marmor. Ved Furka og Nufenen er belemniter fundne i kalkstenen, altså ved begge sider af St. Gotthardt. Yderst i nord skjærer selve Gotthardttunellen gjennem skjøn granit.

På nordsiden ved Vierwaldstädtersøn i de sekundære og tertiære formationers lag er det, at de så berømte brudlinier, forskyvninger, ombøininger finder sted; helt fra Jungfrau til Rigi og længer øst er linier fulgt med disse omvæltninger. Mest omtalt er vel kalkstenens ombøining tilbage på sig selv i Jungfrau, og derhos lagstillingen ligeså abnorm ved Rigi; på første sted, hvor jura, lias grændser mod centralgraniten, på sidste sted hvor nagelflu grændser mod kridt. Ingen kan her undlade at istemme, at disse mærker tale tydeligt om store bevægelser, som ledsagede Alpernes fremtræden.

Kaufmann i Luzern viser i særskilt detalj ved karter og profiler, hvorledes nordranden trængtes udover i linien Pilatus—Rigi o. s. v., hvorledes tværspalter sprang op dannende udhulingen for Luzerner armen, og for Zug'er sø.

Richthofen følger Alperne på grændsen af Schweiz og Tyrol (Vorarlberg). Rhindalen syd for Bodensø er en spalte ledsaget af dislokation. I det skjønne lille fyrstendømme Lichtenstein kommer enorme overskyvninger tilsyne i vældige blottede profiler, det ældre over det yngre.

Fra Lichtensteins omgivelser i øst de rætiske alper følges videre i østlig retning til Innsbruck den linie, som betegner centralzonens grændse mod de nordlige kalkalper, og fast på hele strækningen er den *en* indsænkning, der danner Kloster-dalen i vest og Inn-dalen i øst. Det geografiske udseende er også forskjelligt; i syd fuldt af tværdale en efter en, men i nord ingen sådane, derimod tælles her længdedale en efter en. Sydsiden er Alpernes glindsende skifer, nordsiden er trias og lias. Trias og lias zonen, som følger Alperne gjennem Vorarlberg og Tyrol er foldet. Richthofen bruger navnet hævningsbølge, ikke for at betegne just kun en vertikal bevægelse nedenfra, men for at samle et retliniet strøg i opadbøiet skiktsystem under et klart udtryk. Hævningsbølger lade sig her følge 10—12 mile i strøg.

Der findes flere sådane bølger bag hverandre, de danne kjæder, og dalene mellem dem blive væsentlig længdedale. I et snit tværs over viser sig altså bølgen, ofte er den ledsaget med opbrud på toppen eller i midten af kjæden. Denne bygning giver der berge og dale form. Men såvel den sluttede bølge, som bølgebruddet er ofte ledsaget tillige af overskyvning.

Det indtryk, man får af de talrige detaljprofiler, er i høi grad slående: mægtige bølger, sydsiden skrånende, men nordsiden steil og ofte overstyrtet. Man kan i mange tilfælde neppe sammenligne det bedre end med is, som brydes i flag, hvilke da skyves over hverandre, ihvorvel billedet er svagt for de uhyre stykker fjeld. Hertil må lægges foldningerne. Altså, om man tænkte sig jordskorpen bølgende og dernæst bristende og dernæst stykkerne (dislocerede) bragt i ulave ved overskyvning.

Karpaterne. Hovedledene i denne fjeldkjædes bygning må sees af det geologiske kart (von Hauer's). I sin hele udstrækning er (de egentlige) Karpaterne ledsaget på sydsiden af eruptivbergarter, som brød frem i tertiærtiden. Richthofen viser os de vigtigste: Schemnitz, Matra, Eperies-Tokay trachyt-felt.

Lille Karpaterne stryge n.o., det er en ensidigt udad, n.v. faldende bygning. Derpå kommer Høi-Karpaterne (høie Tatra) med granit på sydsiden, og dernæst Øst-Karpaterne strygende s.o.

Men Høi-Karpaterne er afbrudt ved en dislokationslinie, retningen af denne er n.—s., gjennem Hernad dalen. Vest for denne hæver de høie fjeld sig, øst for samme er ikke spor af disse. Ved brudlinien er den østlige halve del af Karpatbygningen sunket i dybet og dækket af yngre formationer.

Richthofen deler eruptiverne i ryolit (med sanidin), trachyt og basalt. De følge således efter alderen og gjennemskjæringerne. De ædle erts-leiesteder — berømte navne er Schemnitz, Kremnitz, Telkibanya, Nagybania, Felsøbanya, Kapnik — med guld- og sølv-ertser er bundne til sammen-forekomsten af grønsten-trachyt og ryolit. Idet ryoliten brød frem, samledes ertserne, som fulgte den, i spalter oprevne i grønsten-trachyten.

Balkan. En linie fra Sofia til Varna, tegner retningen af Balkan. Denne kjæde er ligesom en del af Ertsgebirge ensidig vendt, med sin steile rand i syd, således at kjæden kneiser fra denne side, fra Rumælien seet, og med et skråplan mod nord, altså mod Bulgarien. Ved sydranden stryger den store brudlinie, fra Sofia til Kap Emineh, det er en dislokations-spalte, og på denne, i dalen bryde talrige varme kilder frem, ligesom eruptiver her syne sig. Ved Sofia forlades denne Balkanretning, og systemerne tage strøg som Dalmatiens og Istriens kyst. Hvor vendepunktet er, bryder den dybe tværspalte, hvori Isker løber til Donau, gjennem Balkan. Her ligger bygningen åben.

Ural. Kartet over Rusland viser Uralkjæden strygende ret nord op fra Aral sø til ishavet, som en mur mellem de store slettelande, det europæiske Rusland og Sibirien. På det geologiske kart, der betegner formationer og eruptiver med særskilte farver, kommer Ural ikke mindre tydeligt frem. Formationerne tegne lange striber. Det europæiske Rusland er i det hele et exempel på simpel oprindelig bygning. De store led i formationsrækken ligge horizontalt over hver-

andre. Skråningen af lagene, den der lidt efter lidt udløser det ene efter det andet, således at man i vest har de ældste, er ubetydelig. Fra St. Petersburg til Azof og til Urals fod hviler denne orden (påvist af Murchison): først silur, så devon, så kulkalksten, så permisk, så jura. Produktive kullag er nu også fundet, i Perm, Vest-Ural. — Fra St. Petersburg er de skjønne fossiler bekjendte, de kan plukkes ud af siluriske lerlag. Også i kulkalken er fossilerne bedst vedligeholdt i lerholdige lag inde imellem kalklagene — krinoïder, produktus, terebratuler. Jura er i guvernementet Moskwa (efter Trantschold) neppe 100' mægtig, men indeholder dog en stor rigdom af former i forskjellige lag: kalksten, oolit, ler, mergel, sandsten og sand.

Idet man nærmer sig Ural, passeres formationerne forholdsvis raskere, de ligge i bølger, eller brydes tilsidst ganske op på kant. Efter at man har faret gjennem den uraliske stenkul-formation, siger Hochstetter, devoniske og siluriske, og dernæst i selve Ural krystallinske skifer, nemlig glindsende skifer, kvartsit, talk og kloritskifere: så skuer man fra Urals høider ned på den asiatiske side. Dette er den steilere side, og her ligger langs den østre rand alle eruptiverne. Grønsten (diorit) spiller en stor rolle i Ural, især i den nordlige del, derhos porfyrer (uralit-porfyrer og augit-porfyrer). I den første ligge de berømte Turjinske kobber gruber (efter G. Ross), i den sidste magnetjern-berget Blagodat (efter v. Helmersen).

Ligesom østsiden er betegnet ved utallige eruptiver — hvorimellem også Miask-syenit, der står nær en ændring af Fredriksværns syeniten i Norge — er den også fortrinsvis metalsiden og ædelstensiden. Mellem grønstene og porfyrer, gabbro, syenit ligge partier af glimmerskifer, gneis og silurisk kalk.

Metallerne er især jern (magnetjern i Blagodat), kobber (de Turjinske gruber), guld (Beresowsk ved Katarinenburg, hvor man har vasket siden 1818). Ædelstenene er navnlig beryl, topas, rød turmalin, mest i granit og glimmerskifer (Mursinsk); derhos smukke stene som rodonit (ved Katarinenburg).

Hochstetter tilføier, at graniten som man skulde vente i Urals centralzone og høider, efter så mange fjeldkjæders vis er sunket tilbage i en rand; den store brudlinies sår her er derpå tillukket ved porfyr udbruddene.

Kun platina tilhører vestsiden, nær vandskillet vestligt ved Tagils.

Den tyske geolog Leopold von Buch forestillede sig, at en fra dybet optrængende flydende masse giver anledning til fjeldkjæderne ved at drive formationerne ud til høire og venstre langs udbruddets linie. Elie de Beaumont udviklede læren om fjeldkjæder fremtrædende i storcirkler over kloden, og om disse fjeldkjæders forskjellige alder, idet han gik ud fra den grundsætning, at de horizontalt ved foden af fjeldkjæden liggende formationer måtte være yngre end selve hævningen.

Leopold v. Buch adskilte nemlig 1824 i Mellem Europa 4 fjeld-*systemer*. Det er de samme, som den tyske geologiske kartlægning under von Dechen fremdeles 1873 fastholder, og som man ser på ethvert endog lidet kart og ikke alene i høider, men også udtrykt i hovedflodernes retning:

1. Det nederlandske system, tydeligst mellem Maas og Mosel, med de belgiske rygge, med Ardennerne, med Taunus o. s. v. retning omtrent s.v—n.o.

2. Det rhinske system tydeligst i Rhinens nedre løb fra Basel opover, med Vogeserne tilvenstre, Schwarzwald tilhøire, retning omtrent s.—n.

3. Sudeternes system fra Bøhmens grændse ved Schlesien i en linie til Teutoburgerwald, med Sudeterne, Riesengebirge, videre langs Harzens nordrand til de lave men bestemt kjædeformede Wesergebirge. Oderens retning ved Breslau, Elbens ved Dresden o. fl. er samme, nemlig omtrent s.o.—n.v.

4. Alpernes system, vel kjendt fra geografien i det buede løb først omkredsende det lombardiske sletteland og dernæst tagende retning i linien mellem Genf og Wien.

Disse fjeldsystemers forholdsvise alder, så slutter v. Dechen sin fremstilling, følger i samme orden, ligesom også deres høidemål. Jo nyere hævningen, desto betydeligere høiden og desto svagere synlig indvirkning af bagefter forstyrrende årsager og desto kortere tid for sådane årsagers virksomhed.

Elie de Beaumont udtalte, at hævningen egentlig var at opfatte som en rynkning. Idet jorden afkjøledes, slog jordskorpen rynker, og rynkerne var fjeldkjæderne. I et uhyre net (pentagonal-nettet) omspendes jordoverfladen med disse (fjeldkjæderne) rynker.

Beaumont fremtrådte 1829 med bevisførelse for 4 systemers aldersforhold. I Frankrige var Cote d'Or kjæden den ældste, Pyrenæer og Apennin kom senere istand, Mont Blanc var endnu yngre og St. Gotthard var yngre igjen end Mont Blanc. I 1847 opstillede Beaumont 17 kjæder, i 1850 hele 21.

Edvard Suess gjør 1877 opmærksom på eruptivernes og brudliniernes beliggenhed ved fjeldkjæderne: ved Apennin vulkaner på vestsiden, Latiums vulkaner, Vesuv. Ved Alperne eruptiver på sydsiden, Luganos porfyrer, gamle vulkaner i det Vicentinske. Ved Erzgebirge på sydsiden, Karlsbader granit, brudlinie, basalt udbrud. Ved Karpaterne på sydranden, granit under Tatra, brudlinien Hernad, trachytfelterne Eperies m. m. Ved Balkan eruptiven på sydsiden granit. Ved Ural eruptiverne på østranden augitporfyr, grønsten.

I de nyere arbeiders karter, profiler og oversigter læser man sig til stedse tydeligere, hvorledes horizontalt forskyvende bevægelser, mærkede ved formationernes foldning og ved skifrighedens påtrykte stempel, har forårsaget fjeldkjæderne. Ved en foldning, som ender i bristning kommer fjeldkjæder istand. Derved skaffes vei for de indenfor tilstedeværende flydende masser til at trænge frem; derfor ledsage eruptiverne så ofte fjeldkjædernes linier, og således er hævningen at forstå; brudlinierne vise også vertikale forskyvninger, dislokationer af al slags, sænkning som hævning. Mineralkilderne, disse nutidens svage repræsentanter for ertsgangene, følge de samme brudlinier. Vulkanerne ligge på de samme.

Metaller og ertser.

De ovennævnte (pag. 53) metallers og ertsers forekomst kan vi først nu efterat have fået et blik for dislokationer og fjeldkjædernes eruptiver og brudlinier noget nøiere betegne.

Guld. Begyndelsen af århundredet åbner guld-opdagelser. I Karolina 1799, i Ural begyndte vaskningen 1818. Men først efter det ½ århundredes forløb kom de store fund, som gav stød til folkestrømning ud over før øde eller ukultiverede lande. Kalifornia og Viktoria fremstod som stater på grund af guldet, Kolorado ligeledes. I 1847 var det at den glitrende lille rullesten trak mølleeierens blik til sig ved Sutters mølle, og i 1850 fandt Freemont på sin opdagelsesexpedition guld i fast fjeld ved Mariposa river. I de følgende 10 år omtrent følge nu fundene og guldfebrene. Guldfeberen i Kalifornien begyndte strax 1848, i Viktoria 1851, ved Fraserfloden kom den 1858, i New Zealand 1866.

De gamle guldlande var Brasilien med den berømte forekomst i itakolumit, Ungarn og Siebenbürgen med de sjeldne guldertser (tellurguld) og dernæst ved Urals østside. Forekomsten ved Ural er ganske som de nye guldlandes. De rigeste guldlande er strækninger langs udprægede fjeldkjæder: Kalifornia langs Sierra Nevadas vestside; fra Britisk Kolumbia ved Fraserfloden til Kalifornia ved Sakramento. Længer øst følger guldlandet Klippebergene, fra Montana og Idaho til Kolorado. På Amerikas østside følge de ubetydeligere guldforekomster langs med blue ridge, og ved Kvebek samles forekomsten langs Alleghanys fortsættelse, endelig guldet i Nova Skotia følger østkysten. I Queensland følger guldforekomsten begge sider af den n—s strygende kjæde.

Det oprindelige sæde for guldet er overalt i kvartsgange; der kjendes uhyre tog af sådane (i Australia „kvarts-reefs"). „Den store kvartsgang" i Kalifornien er fulgt 70 engl. mile. Disse er ikke overalt guldførende, men gangene findes forresten guldførende uanseet det omgivende i ganske forskjellig bergart, i skifere, i sandstene, i kalkstene, i granit. Der er ingen grund til at tro, at de „gå ud" på dybet. I Viktoria er de fulgt mer end 800 fod ned.

De vigtigste nye guldlande er: Britisk Kolumbia, Kalifornia, Montana, Kolorado og i Australia: Queensland, Ny Syd Wales, Viktoria, hvor den store welcome-nugget fandtes (Ballarat), en klump, som smeltet i England gav guld for 8.376 £, samt videre Tasmania og i New Zealand, nemlig ved Koromandel (nær Auckland) på nordøn og i provinds Nelson på sydøn.

Sølv, har til forskjellige tider forårsaget lignende folkestrømning og ophidselse som guldet, men dog i mindre mål. Chili havde sin sølvfeber efter at en jæger 1831 havde skåret i det rige klorsølv som i ost ved det udgående af Descubridora (fund gruben) ved Chanarcillo. Spanien havde sølvfeber efter opdagelsen af sølv rigdommen ved Jaroso 1839 i Sierra Almagrera, og i Kalifornien opstod den efter 1859 da nogle guldgravere hentede vand til guldvaskning fra et hul og så den sorte uanselige erts i Komstock gangen.

Nogle af de rigeste gruber er: ved Kongsberg, Andreasberg på

Harzen, Freiberg (Himmelfürst) i Sachsen, Przibram i Bøhmen, Almagrera i Spanien, i Chili Chanarcillo o. fl. st., Peru Ninobomba og Pasco. Mexiko Zakatekas og Guanaxuato, Kalifornien Komstock-gangen i Washoe distrikt.

Gangene føre især kalkspat Kongsberg, Andreasberg, Peru, eller især brunspat, eller det er kvartsgange Mexiko, Kalifornia.

Disse regelrette ædle gange ere fleresteds på grund af rigdommen fulgte til stort dyb, og de svinde ikke på dybet; derimod kan de skifte karakter på dybet; Almagrera viste rige sølvertser høiere oppe, sølvholdig blyglands i dybet.

Sølvgangene sætte op i alslags bergart, ligefra gneisen ved Kongsberg til lerholdig løs kalksten i Chili, og i forskjellige formationer, i Chili i jura; ved Komstok, hvor sølvgangene ligge på grændsen af syenit og grønsten-trachyt (såkaldet propylit) sættes den sidste eruptivs udbrud i tertiær, og den kaldes just af den grund propylit, fordi den står ved porten (propyle) af tertiær-tidens trachytudbrud.

Udbredelsen af eruptiver, navnlig hin grønstentrachyt, tegner på karterne beliggenheden af de rigeste gruber. Fra Washoe og Mexiko kjendes denne som ertsfører i det store. Også Przibrams sølvgange ledsages af grønstene.

Platina. Navnet betyder sølvlignende, man antog dette kostelige metal først for sølv. Det fandtes 1735 ved Pintofloden i provindsen Choco på vestkysten af Andes.

Forekomsten strækker sig fra 2^0 til 6^0 n. br. Derhos er Brasilien, Borneo og vestsiden af Ural (Tagils) platinlandene.

Kviksølv. De vigtigste steder for ertsens (zinnober) forekomst er Idria i Krain, Almaden i Spanien, Valalta i Venetien, Huankavelika i Peru, New Almaden i Kalifornia. Ertsen findes som årer, snore, knuder o. s. v. på impregnationers vis (omtrent som de svovlbundne ertser på falbåndene), og ofte ledsager den bituminøse og kulholdige lag, af hvilken årsag man tidligere mente, at den holdt sig i kulformationen. Men den findes i silur Almaden, i kultidens lag Idria, i trias Venetien, i sandstene og konglomerater Peru, og (man tror) i omvandlede, kridttiden tilhørende lag i Kalifornia.

Antimon. Ertsen, antimonglands, findes på kvartsgange i granit, Magurka i Ungarn; i Portugal i kvartsgange (tildels ved granitgrændse); de skjære gjennem silur og kulm. Også i mængde fra Queensland.

Wismut. Ertsen følger med selskabet på til ex. nogle af Ertsgebirges gange. Nye brud kjendes fra Syd Australia (Balkanna) og Tasmania.

Kobber. Bekjendt for sit gedigne kobber er forekomsteu ved Superior, fremfor alt Michigan halvøn, videre Korokoro ved Titikaka sø i Bolivia, San Bartolo i Chili. Bolivia, Peru, Chili er overhovedet kobberlande, også Queensland, Sydafrika fra Kap til Zambegi, videre Urals østside (Turjinske gruber o. fl.) og Toskana (monte Katini). På disse steder: rige kobbertser, fast overalt i forbindelse med eruptiver. Ved Superior findes det ged. kobber dels i gange med kalkspat, prenit, klorit, dels i brekcielag (såkaldte konglomerater) langs med halvøns porfyr og trap-kjæde. I Queensland i såkaldet trap. Ved Kap malakit m. m. med grønstene. I Chili rige ertser følge de grønne porfyrer og granit, i Bolivia og Peru i grønstene og derfra udgående gange og impregna-

tioner. Ved de Turjinske gruber i grændser ved diorit og dioritporfyr samt granatsten. I Monte Katini med melafyr og (olivin) serpentin. Alt i ganske forskjellige formationer lige fra Potsdam sandsten Michigan, silurisk kalk Turjinsk, og jura Bolivia og Peru til øvre kridt og eocæn (Toskana).

Bekjendt for sin vakre malakit er forekomsterne i guvernementerne Perm Orenburg, og for sin kobberlasur er Chessy ved Lyon. En uhyre masse af kobberkis, som ud mod dagen førte rigere ertser, gav grundlag for en by i Kalaveras (Kalifornia) og navnet Kopperopolis.

Berømt ved ophobning af kobbererts i lagene er den permiske formation i Perm, Orenburg (Rusland) og i Mansfelds såkaldte kobberskifer. De ældre anskuelser ser i disse sidste et regelret kobberførende lag; men kobberskiferen overskjæres af dislokationslinier, som ledsages af ryk eller spring, og selve springets linie viser sig ofte som en gang fyldt med de samme ertser.

De længst berømte af almindelige kobbererts gange (kvarts med kobberkis) er Kornwalls. Dels regelrette ertsgange, dels netværk ledsage de såkaldte elvans, som er porfyr- eller granitgange. De vikle sig tildels sammen med tingangene.

Svovlkis tildels kobberholdig, ved iblandet kobberkis, tildels også med magnetkis, zinkblende, sjeldnere med lidt blyglands, også undertiden ledsaget af jernertser findes fleresteds i store masser, som man ved afbygningen har åbnet i lindseformede, klumpformede eller mere snorlige lineal-formede rum. De mest navnkundige af sådane forekomster udenfor Skandinaviens (Røros, Ytterø, Vigsnes, Falun o. fl.) er følgende:

	formationen
Tergove i Kroatien, mest jern- og kobbererts .	i produktive kul
Rio Tinto i Spanien ved kvartsporfyr	i kulm
Meggen Rhinpreussen med tungspat	i midlere devon
Rammelsberg Harzen ved brudlinien, nordranden	i under devon
Ovoka, Wicklow Irland ved grønsten	i silur
San Domingo i Portugal, fortsættelse af Rio Tinto, med porfyrer.	i under silur og kambrisk
Agordo i Venetien	i gråvakke
Sterzing i Tyrol, mest blende blyglands . . .	i glimmerskifer
Oravicza, Ny Moldowa, Ljupkowadalen (Banat) ved syenit	omegnen glimmerskifer.

Jern. Når her forbigåes de skandinaviske forekomster — Norges viser sig for en vigtig del knyttet til eruptiver, Sveriges holdes for „leier" — er nogle af de største magnetjern-masser i gneisen disse: Nordamerikas. De findes som stokke, såkaldte leier, men ved nøie undersøgelse, siger H. Rogers, den samme som har udforsket de store bølgestillinger i østkystens kjæde, skjærer disse gjennem lagene. På Appallachians østside, gjennem New York, New Jersey, Pennsylvania. I Ny Syd Wales, Wallerawang med granat (som Arendals).

Umiddelbart med eruptiver findes masser af jernerts, omgivet forresten af høist forskjellige tiders lag:

1) magnetjern: ved Traversella i Piemont mellem granit og glimmerskifer, selv ledsaget af granat (som Arendals); ved Blagodat og Ny Tagilsk, på Urals østside, såkaldte „jernberg" i augitporfyr

2) jernglands. Elba

3) spatjern, brunjernsten, rødjernsten ledsagende (diabas) grønsten i tog og gange, mellem siluriske lag i Harzen, Ertsgebirge; mellem devoniske i Harzen, Vogeserne, og videre ledsagende schalsten (diabas mandelsten) på lags vis i forskjellige horizonter mellem undersilur Bøhmen, i devon på grændsen af Mähren, Schlesien o. s. v.

I stort mål udbredt som lag eller knoller i lag optræder den kulsure forbindelse som lerjensten, kuljernsten o. s. v. først og fremst i den egentlige stenkulformation, dernæst med lias-kullene. Dog alt tidligere findes de samme 3 slags ertser lagte mellem lag: jernspat i Erzberg Steyermark, og rødjern samt brunjern i Pennsylvania, beggesteds i oversilur. Som lerjernsten optræder ertsen lagvis i bergkalken Rusland; indordnet mellem stenkulformationens lagrækker almindeligt. Herhen hører Skotlands og Syd Wales berømte „black bands", Ruhrbækkenets jern (Rhinland Westfalen), Nordamerikas, Wallerawangs „bands" og "seams" (ikke de før nævnte lodes og „veins") o. s. v.

Fremdeles med stenkul i lias, i Transkaukasien o. fl. st.

Som bønneerts, samlet på juraens gamle overflade, i kløfter m. m. i Schwaben, navnlig ved Ahlen og Wasseralfingen, videre i Schweiz. Bønneertsen tilhører navnlig jura.

Som myrmalm er jernerts nedlagt i de yngste formationer. Småland i Sverige er dermed rigt udstyret. Jordbunden er i de på myrmalm rige provindser i Sverige sandig, rig på skov og torvmyr samt med jernholdig bergart som grundlag. Den er samlet på småsøernes bund i runde eller langagtige flekker. Lagets tykkelse overstiger sjelden $1^1/_2$ fod (Stapf). Videre Petrosawodsk ved Onega, nordtyske slette og mangesteds.

Endelig i regulær gang-forekomst, fyldende spalter og deres udvidelser optræder jernspat ved Siegen (Rhinpreussen) i devon, brunjernsten og jernspat i Stahlberg (Schmalkalden) i zechsten og i granit; gange i broget sandsten: Lotringen, Vogeserne, Schwarzwald.

Ovenstående er kun nogle af de mest navnkundige exempler, ligefra de oprindelige første — magnetjernmasserne — til de gjennem tiderne atter og atter i omløb satte jern-emner og forskjelligartede udfældninger, tilsidst som myrmalm.

Bly. Ertsen, der fremfor alt er blyglands, udmærker som blylande navnlig: Derbyshire og Cumberland i England, Kenntucky, søndre Illinois, *Missouri*, *Wisconsin*, Jowa, Wicklow i Irland. Blyertsen viser sig indkommet overalt senere end lagene, dels på regelrette gange, dels på ridser, sprækker af alle slags, endog formelige hulerum. Overalt er det navnlig (dolomit) kalklag som har tilbageholdt denne erts: i England og de 3 førstnævnte stater i Amerika kulkalken, i *Wisconsin* og Jowa oversilur, i Missouri også undersilur. I Wicklow sætte blygangene op i granit. Med blyglandsen følger zinkblende foruden afstammende bly- og zinkforbindelser; kalkspat, tungspat, flusspat er mineralerne i selskabet.

Zink. Hovedertsen galmei, også blænde o. fl. udmærker tildels de samme lande som zink-producerende, fornemlig Belgien, Wisconsin, Schlesien og Polen. I Belgien ved Liège navnlig Moresnet (vieille montagne) og Verviers (nouvelle montagne) er det kulkalken, som på brudlinier indeholder ertsen i stokke og lindser, i Wisconsin er det oversilur, i Schlesien (navnlig Tarnowiz) er det muslingkalken.

— I Bleiberg (mellem Liège og Achen) stod oventil blyglands, i dybet kun blænde.

En særskilt eruptiv, hvormed bly- og zinkerts følger, er forlængst påvist i Norge: blåbest ɔ: grønsten er eruptiven, og ertsen er samlet indenfor kalksten ved granitgrændserne.

Wisconsins undersøger, David Owen gjør det sandsynligt, at granit er underlaget for hele den store plade med kulkalk og silurkalk, som dersteds er gjennemskåret af bly-gangene.

Denne opfatning mødte megen modstand, da man anså forekomsten for regelret blyførende lag; men af Missouris undersøger Broadhead erfares, at bly- og zinkertserne trænge ind på sprækker, ja fylde forud dannede huler i kalkstene, at de altså er senere.

Kobolt. Når vi her forbigå Skandinaviens forekomster Skuterud på falbånd, Tunaberg (Sødermanland) i kornig kalk, beggesteds i gneisen — er nogle af de vigtigste steder for koboltertserne disse: ved Dobschau (Ungarn) på gabbro grændse, samt Schneeberg (Ertsgebirge) på regulære gange, beggesteds kobolt og nikkel ertser sammen. De i kobberskiferen optrædende ryk forholde sig fleresteds som lignende gange (Kamsdorf og Riegelsdorf i Thüringen).

Nikkel. Norges forekomst er nikkelholdig magnetkis ved gabbro grændser. Gabbro ledsager også forekomsten i Schwarzwald, samt i Gapmine, Pennsylvania — efter prøver at dømme.

En ny malm nikkelsilikat, såkaldet nikkel-krysokol, er bragt fra Viktoria (Melbourne).

Tin. Ertsen tinsten gav alt i oldtiden Kornwall rygte som tinland. Øen foran Britannia kaldet Iktis har man villet gjenkjende i St. Michaels mount øst ved Landsend. Kornwall (Truro, St. Austell); Sachsen med Geyer, Altenberg; Queensland (Stanthorpe), Ny Syd Wales (Bolitho mine), Tasmania (Mount Bischof) er nogle af de bedst undersøgte steder. Overalt følger tinstenen med granit (tingraniten); i Kornwall vikle gangene sig på mangfoldig vis op i andre (kobberførende) gange.

Krom. Ertsen kromjernsten følger med serpentin og olivinsten, i Norge (Røros), New Zealand (Dun mountain), Pennsylvania (Octorora creek m. fl. st.).

Den efter-tertiære periode.

Først i denne er det at vulkaniteten antager ganske den nuhavende skikkelse som enkelte vulkaner med kratere og lavastrømme. Flere af de pag. 125 omtalte europæiske, nu udslukkede, vulkaners første udbrud synes at tilhøre denne tid. Ligeledes er det påtageligt, at nu efter landenes næsten fuldstændige stigning kunde først floderne ret begynde, og med dem udfyldninger af søer og dannelsen af deltaer, hvilke — om vi ret kunde beregne deres mekanisme — give et mål for tiden (pag. 99). Tillige forbauses vi ved — så nær efter brunkul-floraen — inden denne periode at se de utallige talende spor efter et dække med landis. Perioden er mærket foruden som vulkanernes og flodernes også som gletschernes periode. Det er de uhyre mål af disse, som giver et bestemt afsnit af perioden navnet den glaciale. For første gang finder vi også her spor af mennesket.

Bestemmelsen af grændsen for tertiærtiden overhovedet — såvelsom for dens her nævnte to perioder og for mange andre under-afdelinger — er meget vanskelig og sysselsætter fremdeles ivrige undersøgere.

Man betegnede engang som tertiærtidens grændse ophøret af den geologiske tid og de geologiske kræfter. Heri lå den anskuelse, at de engang virkende kræfter var andre end nu. Tvertimod har undersøgelsen vist — som også her forsøgt fremstillet — at de fysiske og kemiske kræfter var de samme, ligesom også lovene for plante- og dyrelivs organisation var de samme. Man går i granskningens iver så vidt, at man ligesom vil sløife de geologiske kræfter, idet man kun vil tilkjende dem det mål af kraftevne og tid, hvormed de nu vides at virke. Imidlertid altså forsvinder denne inddelingsgrund.

Man har villet slutte tertiærtiden og begynde nutiden med begreberne fordiluviale og efterdiluviale, idet man ved *diluvium* forbinder de gjennem alle nationer gående sagn om en almindelig oversvømmelse (syndflod), i modsætning til hvilket begreb man opstiller som alluvium hvad de nuværende flydende og bølgende vande afsætte. En støtte for denne inddeling kunde man søge hos de geologer, der forene hine sagn med en af de sidste store omvæltninger — for Europas vedkommende Alpernes hævning, for Amerikas hævningen af Kordillerne. Betegnende for det for-diluviale skulde da være fremfor alt rester af de store uddøde landdyr, mammut og rinoceros. Men det er heller ved hjælp af disse levninger, at man skal fastsætte diluvium, end det er levningerne, som skal få sin plads bestemt ved diluvium

Videre har man også villet afslutte geologiens område og dermed tertiærtiden med for-adamitiske tid, i modsætning til den efter-adamitiske eller *før* menneskeslægten og *med* menneskeslægten. Her forudsættes menneskets første optræden som fastsat og bekjendt, men tidspunktet for menneskets optræden var just den nyere geologis store spørgsmål.

Herhen hører spørgsmålet: findes fossile menneskeben? Thi menneskets optræden i forhold til de omtalte geologiske perioder er fortalt ved enten resterne ligetil eller ved virke af menneskets kunstfærdige hånd, ligeså vist som skjæl, søpindsvin, koraller og fiske, hver i sine lag fortælle om sig. De lag, hvori sådane levninger findes indlagte på stedet af naturen selv og senere urørt, er visselig fra menneskets tid. Det er nu en som det synes uomstødelig kjendsgjerning, at mennesket er *senere end alle de nævnte perioder, med undtagelse af den sidste.* Ikke i silur, kul, jura, kridt eller nummulitkalken er påvist nogetsomhelst spor efter menneskets tilværelse. Alt hvad man har fundet og engang udgivet for fossile menneskeben fra *disse* perioder, har vist sig at være andre ting.

Det har været skeletter af store krybdyr (pag. 148) eller knokler af de forsvundne landdyr. Deraf også de utrolige fortællinger om „ur-menneskets“ størrelse. Kirurgen *Mazurier* havde i 1613 ved Rhonen fundet knokler af mastodon samt tænder og foregav, at de lå i en kæmpegrav, 30 fod lang, samt udregnet, at de tilhørte en kæmpe på 25½ fods høide og med et hoved stort 5 fod. Der blev skrevet en hel „lærd“ bog, en såkaldt gigantologi om disse riser, som aldrig var til. Denne vildfarelse har egentlig aldrig været geologiens påstand.

Men det gjaldt også længe som kjendsgjerning, at mennesket optræder først efter de store uddøde landdyrs periode, først efter de store begivenheder, som danner den ældre geologis diluvium. Geologien kjendte ikke før et fordiluviansk menneske. Det er denne påstand, som nyligt mer og mer er draget i tvivl, indtil det nu kan siges, at den var en vildfarelse, og at det er en geologisk kjendsgjerning, ophøiet over tvivl, at mennesket var samtidig med hine dyr, med mammut, rinoceros, hulebjørnen, kæmpehjorten, eller med andre ord: geologien er kommet til vished om at mennesket er fordiluviansk. Det gjælder nu, istedetfor at man før måtte betragte alle de geologiske perioder som afsluttede, før mennesket optrådte og med ham traditionen fra mand til mand — at sammenknytte den geologiske og den historiske tid og om muligt at regne tilbage forbi traditionen til dens begyndelse, eller geologien vil nu udregne tidens længde og granske efter menneskeslægtens barndom. Naturens stille tidsmålere opsøges til dette øiemed, for at de skal

vidne om tiden, men såvel beregningen selv som dens resultat har ikke nået til fuldgyldig vished (pag. 241). Mange geologer nære imidlertid det håb, at sådane mål visselig skulle findes. For hver sandhed, som vindes, synes der at skulle være vildfarelser, som først må gjennemleves. De vildfarelser, som vel her i disse sidste spørgsmål skal voxe sig stærke før de atter kan afklædes og svinde, synes at være de uendelige tidsudregninger og påstanden om menneskeslægtens gradvise udvikling fra et lavt trin, som flyttes af nogle ned lige til mellem dyr og planter.

Hint spørgsmål må besvares med ja! Man har fundet fossile menneskeben både i knokkelhuler og brekcier, og menneske-virke på åbent land — såvel i Europa som i Amerika; på Guadeloupe (Antillerne) endog hele skeletter. Disse sidste levninger har fået stor navnkundighed. Skeletterne findes i en kalksten, som er fuld af hav-skjæl, men alle af nulevende species. Kalkstenen selv er ganske ny, og vedbliver at dannes. Levningerne er ikke gamle: karaïber, som dræbtes i en fægtning med en nabostamme for omtrent 2 århundreder siden.

Vigtigere i disse sidste spørgsmål er de andre fund — uagtet det må erkjendes, at ingen af alle disse kjendsgjerninger er endeligen fastsatte. Læseren vil med lethed kunne mellem dagens afhandlinger finde de allerforskjelligste forklaringer. Hvad knokkelhulerne angår, da har man sagt, at det ikke er afgjort, hvorvidt alle knokler *der* er fra samme tid, menneskeresterne kunde jo være fra en ny rent historisk tid. Herimod må igjen indvendes, at knokler må kunne findes på en sådan måde i hulen sammen med de uddøde rovdyrs som hulebjørn og hyæne, at der er bevis for, at de levende var hinandens samtidige. I dette tilfælde har man altså fra knokkelhulerne udsagn om at mennesket har været hine rovdyrs samtidige, og da disse igjen synes at være de store landdyrs samtidige, mammutens, rinocerosens, så er mennesket fra ialfald den sidste del af tertiærtiden — eller fra den eftertertiære periode. I Rhindalens løss, som er slammet, nedført fra Alpernes gamle gletscher-verden, ledsages menneskelevninger af nogle landsnegle, som er identiske med de nulevende. Denne kjendsgjerning flytter menneskets tilværelse hen i Alpernes istid, hvilken af nogle igjen ansees for yngre end Nordeuropas istid — men dog som tilhørende den eftertertiære tid.

296.

a. b. c.

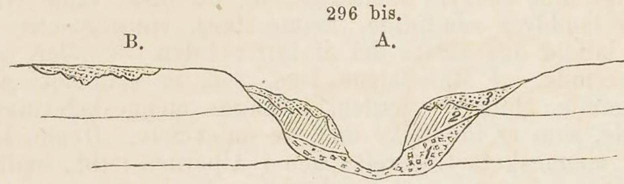


Flintredskab fra Abbeville. $\frac{1}{3}$. Flintredskaber, såkaldte flintflekker. $\frac{1}{3}$.

På Nordfrankriges sletteland under flodleiernes terrasser, ved Amiens og Abbeville fandt *Boucher de Perthes* og *Dr. Rigollot* 1847 utvivlsomme redskab eller våben, tilhuggede af flint, i de samme lag, hvori også mammutens og rinocerosens levninger. Man indvendte mod disse flintredskaber, hvis egentlige hensigt og brug man ikke ret forstod (de hyppigste og mest omtvistede har en fladtrykt pæreform), dels at det ikke var kunst- men natur-produkter, men at de lå i en jordbund, som ikke var urørt, kunde altså være senere indkomne, dels endelig, at arbeiderne på disse meget besøgte steder, hvor siden hin opdagelse flintredskaber har en pris, hemmelig tilhug flintestene, overstrøg dem med sandblandet mudder og stak dem ind i lagene om natten. Uagtet det ikke kan nægtes, at man mellem det der frembydes og omskrives virkelig også finder sager, hvorom en af disse 3 indvendinger passer, står dog så meget fast efter foretagne omhyggelige undersøgelser, at den oprindelige kjendsgjerning er vis. Mennesket må herved flyttes ind som disse store landdyrs samtidige; og den inddeling, som engang gjaldt for fast og sikker, at den hele egentlig såkaldte geologiske tid lå forud for mennesket, er omstødt; men da fjeldlærens tidsbestemmelser er kun forholdsvise, har man her med rette spurgt: betyder dette, at mennesket er såmeget ældre end videnskaben før troede, eller at mammut og de øvrige store, uddøde landdyr er så meget yngre?

Vi kan kortest fremstille disse fund ved et billede af Seine-dalen i almindelighed.

296 bis.



Der er to forskjellige forekomster med rester af mammut. Den ene er i de Franskes „grå-diluvium“ i dalene. Den anden er i adskilt liggende fordybninger på platåerne. Geologen *Hèbert* betragter den sidste som afgjort nyere. Men flintsagerne findes sammen med hin ældre forekomst.

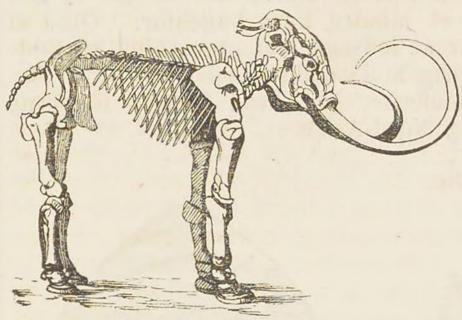
I ovenstående billede være høislette-landet af 360 til 380 fods høide, ophobningerne i dalen derimod 90 til 100 fod. Ved A forestilles 1) det grå diluvium, som er laget og indeholder rullede stene, rester af mammut, flintesager, tilhugne ved menneskehånd; 2) løss, af anselig mægtighed, men meget ulige; deri flod-muslingers skaller; 3) er det „røde diluvium.“ Dette er rødt ler med knuste flint-stykker. Det ligger ofte med stor tykkelse, fyldende fordybninger i løss og findes også på selve det høiere sletteland, fyldende f. ex. fordybninger i kridt, B. Medens hint ældre grå diluvium skifter natur efter de omgivende, er dette sig selv ligt, ulaget. De gamle moræner fra Alpernes istid hvile på dette røde diluvium. (*Hèbert* og *Collomb*).

Flere store optrin samle sig her til et indholdsrigt billede af denne tid, men om deres indbyrdes sande rækkefølge er man for øieblikket ingenlunde enig. Sammen med de første spor af mennesker, dels i knokler, dels i tilvirkede redskaber, stiller sig måske i et langt tidsrum følgende kjendsgjerninger for os:

1. *Tilstedeværelsen af de store, nu uddøde landdyr*, som *mammut* og *rinoceros*, omvankende skarevis over Nord-Europas og Asiens slet-

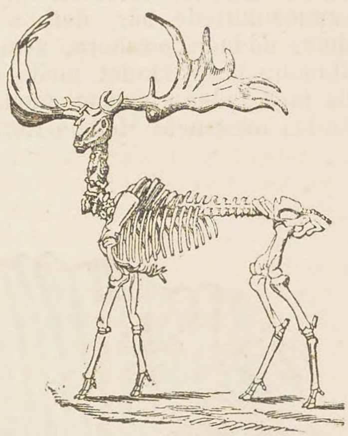
telande, *mastodon* i Nord-Amerika og *kæmpe-hjorten* i Irlands sumpstrækninger, eller vilde dyr i hulerne som den uddøde hule-bjørn, eller hyæne, som nu ikke holder til i Europa.

297.



Mammut.

298.



Kæmpe-hjort.



299 a. Mammut. 299 b. Det tvehornede næshorn.
(Efter *Hawkins*).

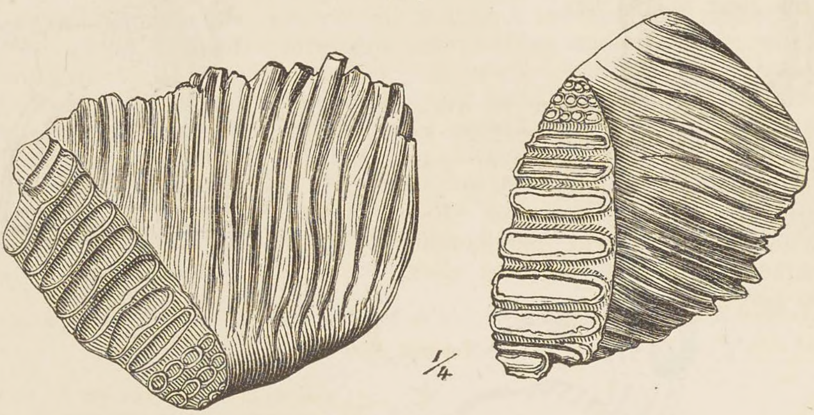
Mammut *(elefas primigenius)* se pag. 143. På Sibiriens sletteland og ved Ishavet findes tænder i stor mængde. De udføres som fossilt elfenben til Kina og England. Zoologen *Owen* har undersøgt 3000 kindtænder fundne i England. I Lombardiets sletteland er den øvre Arno-Dal overstrøet med elefantknokler som en kirkegård. Langs Østersøens sydlige rand er de fundne, også ved Haderslev er fundet en uslidt kindtand, 14 fod under overfladen i en mergelgrav.

Mastodon, den amerikanske fossile elefant, havde snabel og stødtænder ligesom elefanten, men kindtænder mere som svinet. Dens

rester findes især i Nord-Amerika, dog også Syd-Amerika, Europa, Asien.

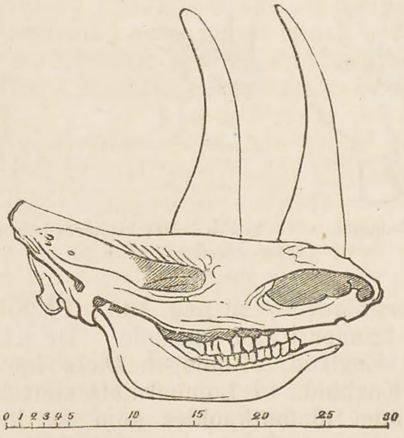
Næshornet *(rinoceros tichorrinus)* med en skillevæg (teichos) af ben, ikke som hos alle andre dyr af brusk, langs næsehulheden til støtte for det forreste, indtil 3 fod lange horn, der består af fast sammenkittede hår, derhos med et mindre horn bagenfor. Også af dette uddøde næshorn, som pleier at ledsage elefanten, blev en fuldstændig krop fundet med læderagtig hud, dækket med stive grå hår, og med foderet tygget mellem tænderne, 1771 ved Lena. Resterne findes over hele Mellem-Europa og Nord-Asien.

300.



Mammut tand.

301.



tommer.

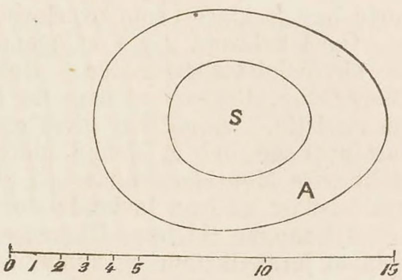
Tvehornet næshorn
(originalen i Breslau musæum).

Kæmpe-hjorten (den irske elg) havde horn som elg. Dens rester findes fra Pyrenæerne og Alperne til Rusland, men især i Irland, og navnlig i torvmyrer. Megen opsigt vakte i sin tid et irsk ribben, som syntes såret af en pil, således at såret havde voldt betændelse. Dette var et af de første fund, som vidnede om menneskets samtidige tilværelse med de store uddøde landdyr. Senere har man fundet mange flere vidnesbyrd i denne retning.

Hule-bjørnen var $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{6}$ større end de nulevende. Resterne er især hyppige i knokkel-hulerne, hvor den har levet, lige fra Pyrenæerne og Apennin til Sibirien. Mængden af knokler er stor og lader slutte til mer end 100 individer (efterhånden) i samme hule. Er hulens indgang snæver, da viser den sig, så forsikres, ofte ganske slidt ved deres gang ind og ud.

Også levninger efter en (måske nyligt uddød) kæmpefugl er fundet, nemlig på Madagaskar: æggene og nogle knokler. Man har sluttet til en høide på 12 fod. Ægget er stærkt og tykt, har samme rumindhold som 6 strudsæg eller 150 hønseæg.

302.



Omrids af et æpyornis-æg A, til sammenligning et struds-æg S.

2. *Istidens forskjellige* tydelige *mærker* — ved gjenliggende, moræner af alle slags, ved omstrøede vandre-blokke og skursten, ved ridser, striber og politur på den is-slikkede fjeldoverflade, ved arktiske muslinger gjemt i gamle lerlag eller i nu høitliggende skjælbanker, (pag. 139). Spørgsmålene er her mange: om landene Nord-Europa, Schweiz og Nord-Amerika var isdækkede samtidig eller vexelvis; om der var hav omkring eller ikke o. s. v.

Stor-Britanien lå under slutningen af glacialtiden fra mindst 500 (Skotland) til omkring 1200 fod (Wales) lavere, dækket af havet. Det tiloversblivende stykke — nemlig dele af især Skotlands og Wales høilande, var overklædt med landis, som arbeidede lig nutidens. Og udover det neddyppede land førtes større blokke og grus, så antog Ch. Lyell, på isflag, samt skylledes sand og ler, hvori muslinger vidnende om det kolde hav begroves. Det således udstrøede altså er (efter Lyell) Englands såkaldte „drift".

Skandinavien lå under slutningen af glacialtiden omkring 600 fod lavere end nu, resten dækket med landis, arbeidende på samme måde. Det ituslidte materiale fra lerskiferne og kalkstenene afleiedes som mergel over Upsala-traktens, Skånes og måske Danmarks bund. Blokke og grus fra skandinaviske fjelde sees at være båret langveis, udstrøede nu ikke alene over Danmark, men over Nordtysklands slette — ligefra Englands kyster i vest gjennem Holland, langs Harzranden og videre

til ind i Polen og Rusland i øst. Gustav Adolfs mindesten ved Lützen var en svensk vandre-blok. (Se „Istiden" i Fra Videnskabens Verden 1876).

Is-strømmene eller isflagene — det kommer an på hvad man herom kan bevise — måtte presse på det løse lands grunde i det nuværende Danmark og skrue de nysnævnte lag op, virke forstyrrelser og omvæltninger i den oprindelige orden, blande de fremmede stene sammen med stykker af Danmarks faste klippegrund — navnlig altså med kridt og flint. Således turde Danmarks „rullestens-ler" og „rullestens-sand" foreløbigt forståes, indtil vi oplyses nøiere, med de omvæltninger og blandinger, som deri findes. Men her er et vidt felt for undersøgelse.

Lignende forholde er opdagede også i Nordamerika. Ja som det synes finder man de samme igjen også syd for Ækvator, således at glacialtiden slutter sig nøie til de nuværende klimatiske forholde, nemlig som forløber for den nuværende arktiske regions udbredelse (pag. 139). De nulevende nordlige former i Aral-søen, kaspiske og tildels i det sorte hav forklares som overlevere fra hin kolde tid.

Også Schweiz var i et afsnit af den eftertertiære tid dækket af en uhyre gletscher-verden. Det er ved studiet af denne (*Venetz*, *Charpentier*, *Agassiz*) at man fra først af har øst den egentlige indsigt om en istid. *Guyot* har givet en fremstilling, grundet på detaljer, og kart over en del af denne gletscher-verden, navnlig vist, hvorledes blokke fra Montblanc førtes på gletschernes egen ryg, og ikke på seilende isflag, ud over lavlandet for at blive liggende i rad på Juras kant.

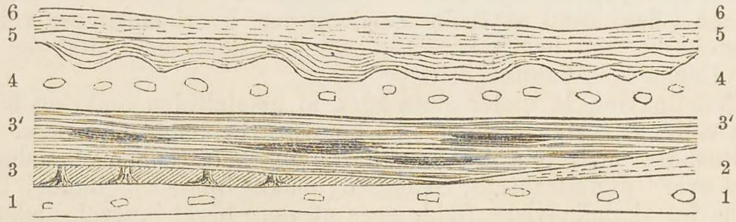
Til samme tid førte Rhinen en masse svævende materiale med sig, også af jurakalkstene og nummulitkalk, og afsatte kalkholdigt morænemudder mellem Basel og Bonn, fyldende den vide Rhindals bækken. Dette er Rhindalens frugtbare *løss*, hvori såvel mammuttænder som af flint hugne redskaber findes. Den gamle løss er senere igjen selv udgravet af floden, og sees nu i terrasser på dalsiden.

Sammenhængen mellem den tertiære og den eftertertiære tid for Englands vedkommende, læres af forholdene i Norfolk og Suffolk på kysten af Nordsøen.

Under navn af „krag" er her kjendt sandige lag fulde af skjæl og kuvunger. De nyttedes allerede længst i jordbruget for at skaffe kalkemne til at opblandes med stivere ler. Man har delt krag dersteds i 3 afdelinger. I den ældste, underst liggende krag findes flere uddøde og færre nulevende arter. I den yngste, øverst liggende, omvendt, færre uddøde og flere nulevende. Videre findes i hin kun 2 arter, tilhørende et nordligt koldere hav, medens der i denne findes 12 sådane.

Hosstående tegning viser efter *Lyell* ordenen i de ovenpå kridtklipperne hvilende tertiære og eftertertiære dannelser, der vidne em en forandring fra en mere sydlandsk tilstand til en ganske kold.

303.



De fremstillede klinter nå i høide fra 50 til 300 engl. fod. Underst i havbrynet fremtræder:

1) kridt med flint-knoller. Derover hviler 2 og 3 sideordnede.

2) forestiller en del af den sædvanlige yngste krag.

3) kaldes skov-laget og indeholder en mængde træstubber i opret stilling med deres rødder fastsiddende. Derimellem findes levninger af mammut, næshorn, en sydlig elefant, flodhesten o. fl. Træerne selv, især nåletrær, høre til Englands og navnlig Skotlands nuværende planteliv. Såmeget mere overraskende er altså vidnerne om dyrlivet til samme tid.

3') derover ligger lag af sand og ler, som vise dels ferskvands, dels saltvands skjæl.

4) derpå kommer ler med blokke fra is-tiden. Nogle af disse have hjemsted som man tror i Skandinavien, andre fra Englands egne bergslag. Overfladen af denne afdeling (4) er meget ujævn, og derpå kommer

5) sand og ler i meget bugtede, klemte og forstyrrede lag — som følge rimeligvis af is, som har skubbet mod dem og knuget dem sammen.

6) tilsidst ligger grus og sand i overfladen med muldjord og plantedække.

De 4 øverste afdelinger er udgravede på nogle steder af gamle flodleier, som have ladet grus og sand liggende efter sig — ganske som de, hvori man ellers i England og i Frankrige ved Amiens og Abbevile har fundet flint-redskaber, tilhuggede ved menneskehånd, samt derhos tillige rester af mammut.

Hvis vi kunde stole på, at den alders-forskjel, som således fortælles, har almindelig gyldighed, så kunde vi altså slutte:

At overgangen fra et blidere, mere sydligt til et barskere nordligt veirlag fandt sted allerede under krag'ens dannelse — videre at mammut allerede da levede, og at England på den tid var landfast med Europa, hvorfra de sydlige landdyr måtte have vandret ind — at istiden fulgte derefter — at mammut samt de øvrige dyr, hvis rester findes sammen med mennesket, overlevede denne — og at mennesket optræder efter istiden.

Hvis vi derimod af steder, hvor istiden på en klarere måde kan bringes i forbindelse med den forud liggende tid, *skulde engang overbevises om*, at menneskets tilværelse går endnu længere tilbage, f. ex. allerede som samtidig med afdelingen 3, da måtte vi slutte; at også mennesket har gjennemlevet og overlevet istiden.

3. *Vidnesbyrd om et ublidt klima* (før, under og efter istiden?) og en vild skovbevoxet tilstand i Europa — udtrykt mellem andet ved rensdyrets tilstedeværelse i Frankrig og over hele Tyskland — ved moskus-oxen, ved kæmpe-oxen — ved den i Sibirien fundne mammuts uldne over-klædning o. s. v.

304.



Rensdyr.

305.



Moskus-oxen.

306.



Kæmpe-oxen.

Herhen hører også andre vidnesbyrd om forandringer i veirlaget fra middelhavslandene. *Lartet* har vist, at det døde hav (pag. 187) har stået 100 meter høiere med sit vandspeil end nu. En så rigelig vandforsyning gjennem Jordans rende og en så ringe fordampning sammenlignet med den nuværende tyder på et fugtigere veirlag. *Hooker* vil have erkjendt spor af gletscher i svære moræner på Libanon. Også dette vidner om det samme. Man har formodet, at denne koldere tilstand i det hellige land skulde været samtidig med at en del af Sahara var dækket med hav, thi man finder der i sandet muslinger af endnu levende arter. Men Saharas solbeskinnede sandflader, har man ment, virker nufortiden lig en ovn opvarmende på atmosfæren og derved ytrende sin indflydelse på middelhavslandene, hvor nu de store gletscheres rester kun findes mellem Alperne. Var en betydelig del af disse sandflader dækket med hav, så måtte andet veirlag dermed være forbundet. Således har man forsøgt sig i at knytte disse vidnesbyrd sammen.

4. *Spor af en stor afsmeltning* i hine ishyllede nordlige lande — såvel Europas som Amerikas. Under afsmeltningen skylledes ler, sand og grus ned gjennem alle dalfører og fyldte op til anselige høider, medens havet efterlod sine mærker på kysterne. De rindende og skyllende vande arbeidede derunder blandt andet også til ødelæggelsen af de guldførende kvartsgange og nedlagde det tunge guldstøv i korte leier for sig mellem gruset, i nærheden af dets oprindelige sted — således som guldstøvet nu findes i Ural, Brasilien, Kalifornien, Oregon. I Ural er levninger af mammut fundne liggende på fjeldoverfladen underst under det guldførende grus.

5. *Spor af en stor oversvømmelse*, tydelig blandt andet i høitliggende hulers med rødligt slam gulvlagte bund og derimellem knokler af de uddøde dyr samt sjeldne menneskerester, videre i de oventil åbne, med knokkelbrekcier fuldstoppede, spalter rundt om ved middelhavs-landenes kyster — i forening med det gjennem alle nationer gående sagn om en stor ødelæggende oversvømmelse.

„Knokkel-brekcierne, siger Prof. *Steenstrup*, består af fast masse, dannet af knokler, sammenkittede med rød mergel eller kalksinter og forekommende i lodrette klippespalter — (især i de middelhavske lande). Knoklerne findes der ikke uordentligt omspredte, således som man gjerne tror, men de sammenhørende knokler findes også sammen. Knoklerne er derfor ikke skyllede ned ved vandflom, men dyrene er styrtede ned. Knoklerne er ikke hele, men sprukne, revnede. Og dyrene er styrtede ned tilfældigt på deres vandring, revnerne fyldte gjennem lange tidsrum. Spor af mennesker i brekcien tilhøre en senere periode, og er førte ind ved gjennemsivende vand.

Knokkel-hulerne, siger samme forsker, er dels vandrette dels lodrette kanaler, navnlig i kalkfjeld. Skeletterne, som her findes, er fuldstændige, knoklerne er gnavede ganske som i de danske kjøkkenmøddinger (se under Danmark, 3die del) af rovdyr, som forfulgte sine offere ind i de vandrette, eller angreb dem, når de var nedstyrtede, i de med lodrette spalter forsynede huler. Nogle skeletter hidrøre fra hulernes beboere. Og menneskebenene udsige intet. I oldtiden boede folk dels stadig, dels i krigstid i sådane huler“.

Undersøgelsen af hulernes og spalternes indhold og knokkelbrekcier har, siden den skarpsindige forsker nedskrev disse ord, gjort lange fremskridt. Ganske vist passer disse ord fremdeles på nogle spalter og nogle huler.

Der er ingen tvivl om at huler, som have været til gjennem lange tidsrum, også i disse tjene til ophold så for vilde dyr og så for mennesker. Man kjender jo huler, som ved sit indhold vitterligt navngive sig som bjørnehuler, som hyænehuler, og ganske vist kunde og måtte åbne revner fyldes efterhånden ved indstyrtning. Ligeså vist som de tilstedeværende dyr måtte drukne, om de overraskedes i hulen af en vandflom, ligeså vist måtte åbne spalter fyldes ikke blot efterhånden, men også i pludselig panik. Det er en gavnlig forsigtigheds regel at medtage kritik ind i granskningens irgange. Men geologerne vedblive

med nye fund for øie at nævne spalternes og hulernes indhold som diluviale ophobninger. Massen og forvirringen dersteds vedbliver fremdeles at overraske undersøgerne, og der er et tidsmærke påvist i en mængde huler, og som skiller mellem et *før* og et *nu*. Dette er istandbragt ved drypstenkalken i de „knokkelhuler", der findes i kalkfjeld (pag. 109).

Knokkelbrekcier i spalter, oventil åbne, er kjendt navnlig fra de middelhavske kystlande, gjennem Spanien, Frankrige, Korsika, Sardinien, Sicilien, Dalmatien, de joniske øer o. s. v. Af huler kjendes et stort antal, og i et mindre antal er de undersøgte for levningernes vedkommende. Hyæne-huler er nogle af Englands (Kirkdale), Baumanns hulen på Harzen o. fl., bjørnehuler kjendes i Thüringen, det frankiske Jura o. s. v. En af de sidste, Gailenreuther hulen. viste nedskyllede (under drypstenlaget) knokkelmasser i et hul, hvortil bjørnene levende aldrig skulde nedsteget.

Drypsten-dannelse i tag og i gulv måtte stadig forgå, i kalkhulerne, såfremt der gjennem kalkfjeldet var tilløb af vand. Forsvinder tilløbet, aftager tillige drypsten-dannelsen; fornyes det derimod ved en begivenhed atter, gjennemtrænges fjeldet med rigeligt filtrerende vand, da vil også drypsten-dannelsen tiltage i forstærket mål. Og gulv-drypstenens former tillader endog slutninger til måden, hvorpå den dannedes, enten ved langsomt dryp eller ved et hurtigere. Drypstenen er forsåvidt ikke alene tidsmærket men også tidsmåleren i disse kalkhulers historie. Man kunde visselig forsøge af drypstenens væxt at udfinde en regning tilbage gjennem tiden til hint mærke, *såfremt dryppet var stadigt*, men i mange huler har drypsten-dannelsen åbenbart standset og været standset i lang tid.

Den af *Lund* undersøgte *Maquiné-hule* i Brasilien er et lærerigt exempel. Dens beliggenhed i kalkfjeldet er således, at den vender sin munding ud på skrenten omtrent 300 fod over bunden af dalen og 100 fod under selve fjeldets ryg. Det er altså en høitliggende hule — som såmange af de bekjendte knokkel-huler.

Lund fandt følgende forskjellige dannelser på bunden af denne hule:

5. Øverst: et brunligt støv, bestående af en blanding af søndersmulrede knokler af nulevende dyr, fin jord og animalsk muld.

4. Derunder: gulvet, som er dannet af drypsten-kalk, af 1 til 2 tommers tykkelse. Overfladen var fuldt besat med små kopformige fordybninger.

3. Derunder: et lag teglstenrød jord, af nogle tommers tykkelse til flere fods, udfyldende fordybninger. Den består af ler med iblandet kalk, dels løs, dels sammensintret. Den indeholder også noget sand og nogle rullede stene. Den røde farve kommer af iblandet jernokker. Videre indeholder den kantede brudstykker af klippens kalksten samt en mængde knokler af uddøde dyr, nemlig antilope, megaterium o. fl. Dette lag er stærkt salpeterholdigt. Man førte kjærrelæs ud til udludning af salpeteren. Derved kommer igjen det underliggende tilsyne, nemlig

2. En dybere liggende gulv-drypsten-skorpe, tykkere end den første og med opragende anselige stalagmit-kegler.

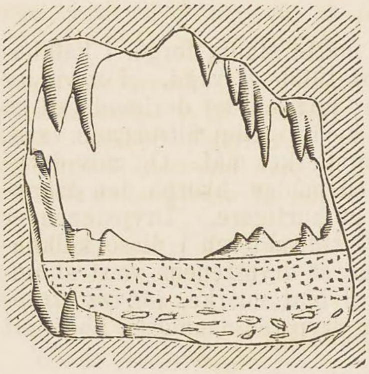
1. Derunder er kalkmel, som er selve klippens gamle smulrede bund i hulen.

Disse tegn indeholde følgende historie: 1) først dannedes hulen, formodentlig ved fra dagen nedstyrtende vand gjennem en spalte, der åbner sig bagtil i taget; 2) dernæst hengik en lang tid, i hvilken ved langsomt dryp det tykkere gulv og de store stalagmit-kegler dannedes; 3) derpå fulgte den begivenhed, hvorunder knoklerne indbragtes. Navnlig synes

her en hel flok antiloper at have søgt at undfly oversvømmelse. Men den nåede dem, det indstrømmede vand, som kom fra hulens munding, skyllede leret og rullestenene ind. Også flere knokler er rullede, men flere ligge i orden efter hvert druknet dyr; 4) derpå fulgte i det (efter oversvømmelsen) med vand gjennemsivede kalkfjeld og navnlig snart efter, før de i hulen omstrøede knokler kunde fortæres, som de ellers måtte gjennem tiden, en hurtigere og rigeligere drypning i hulen, hvorved det øvre stalagmitlag måtte dannes, mærket mellem før og nu; 5) derpå endelig følger vidner om nutiden, knokler og rester af dyr o. s. v. og en drypsten-dannelse, som endnu foregår, hvilket man overbeviser sig om ved tilstedeværelsen af flere vorteformede stalagmitmasser på gulvet netop under nedfaldende dryp. (*Lund*).

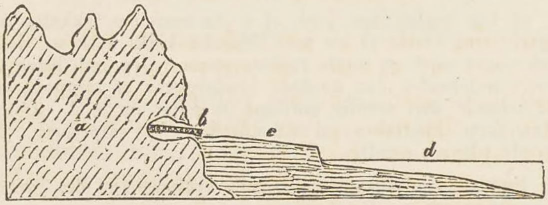
Når nu over et sådant gulv af drypsten-kalk findes menneske-levninger, f. ex. i Frankriges huler efter de gamle keltiske folkeslag — men tillige under det findes andre levninger: de uddøde dyr sammen med flint-redskaber, ja selv med sjeldne menneskeben — da synes drypkalken selv ligesom en ligsten sat der for at mærke det begravede fra det nulevende.

307.



Hosstående snit af *Kirkdale-hulen* (Yorkshire i England) viser svære fra taget hængende tapper af drypstenkalk, ligesom også ved de faldende dråbers fordunstning drypsten er voxet op på gulvet. I dette snit læser vi om følgende tids-afsnit: 1) hulen, hvis bredde og høide er omtrent 4 fod, var færdig dannet, muligvis af underjordiske rindende vande. At huler i kalkfjeld har denne oprindelse er mangesteds (Frankrige, Belgien) tydeligt. Ofte er iagttaget, hvorledes flere huler står i forbindelse med hverandre gjennem revner; hulerne selv synes at være udvidelser af revnen på steder nemlig, hvor de fra kalkfjeldets overflade nedstyrtende og gjennem revnen strømmende vande har virket med særlig kraft; 2) drypkalken begyndte at dannes ved de i kalkklippen dryppende vande (tilvenstre); 3) derover findes slam med lidt grus, i de nedre partier sammen med knokler af hyæner og enkelte løst liggende drypsten-stykker. Dette vidner først om en tid, da hulen var beboet af hyæner, som have indslæbt og fortæret sit bytte — (ligesom i nutidens hyæne-huler, f. ex. den af *Dr. Paul Marés* besøgte nær oasen Laghouat i Afrika). Men derpå kom en tid, da gruset indsvømmedes og knoklerne begroves derunder. 4) Drypstenen begyndte atter sin væxt og lagde et gulv over disse nedlagte vidner, hindrede derved luftens indtrængning og beskyttede benene mod opløsning gjennem årtusinder. I sådane huler, hvoraf vi kjende mange efter undersøgelser af *Buckland* og *Falconer* i England, *Lund* i Brasilien, *Schmerling* i Belgien, *E. Lartet* og *H. Christy* i Frankrige, er altså på en vis måde et tidsmærke tilstede, der skiller mellem *før* og *nu*.

308.



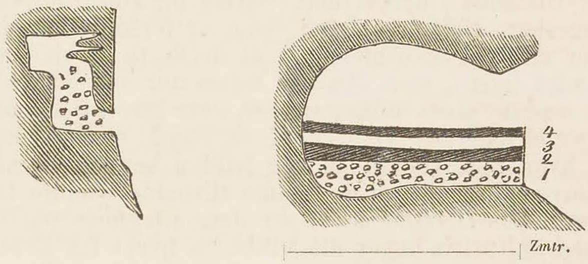
Mammut-hulen San Ciro ved Palermo.

a) kalksten i Monte Grifone. *b*) hulen, 180 fod over havet og selv 20 fod høi og 10 fod bred. Bunden bedækket med en knokkel-brekcie, hvori rester af mammut og flodhest. *c*) Palermos sletteland med lag af kalksten og sand, eftertertiære. *d*) havfladen i bugten ved Palermo.

Lartet og *Christy* undersøgte 1863 hulerne i Perigord, Dordogne o. fl. st. i Frankrige. I hulen du Moustier fandt de en elefanttand, rester af hyæne, flere flintredskaber af samme form (fig. 296 *a*) som de før bekjendte fra slettelandet ved Abbeville og Amiens. I hulen des Eyzies fandt de bunden dækket med en knokkel-brekcie 0.1—0.2 mtr. tyk. Her lå fast indkittet i kalken ben, forarbeidet flint, rullesten, stykker af fremmed skifer. Denne brekcie blev opbrudt stykke for stykke og dens indhold nøie undersøgt. Her fandtes for første gang indridsede figurer på knokler og skiferstykker sammen med pile af renshorn, rester af ren o. s. v. Senere kom flere fund til. Imellem disse gamle tegninger troede de at gjenkjende forsøg til at fremstille i tegning renen, hesten, moskus-oxen, ja selv mammut, indridset på en i 5 stykker brudt plade af elfenben i hulen Madelaine. De med figurer forsynede ben tyder på et mindre abe-lignende udviklingstrin hos hine ældste folkeslag end de materialistiske ideer forudsætte, thi der er et svælg mellem en menneskelignende abe, som kun ved at søge sin føde, og et menneske, som har anelse endog om kunst. (*Bourgeois* og *Delaunay*).

Lignende knokkelhuler er kjendt i Spanien. *L. Lartet* har undersøgt hulerne på sydsiden af Pyrenæerne. Hulerne ligge i jura-kalksten langs med flodleier, men høiere end det nuværende flodleies bund. Drypsten havde i flere tilfælde tilstoppet de med hulerne i forbindelse stående sprækker. I disse huler fandtes rester af næshorn, en stor oxe, hjort og undertiden flint-redskaber.

308 bis.



Hulen Pena de miel nær Torrecilla (plan og gjennemsnit med målestok). Hulens bund 30 meter over nuværende flodseng, bunden dækket med 1 rullesten, 2 sand, 3 aske, kul og benstykker, 4 rødligt sand.

Knokkelhulernes fund er altså fleresteds i den seneste tid atter undersøgt i overvær af kyndige og samvittighedsfulde mænd, som selv vogtede på arbeidets gang; thi det var af vigtighed at skille fundene fra nu og fra før. Resultatet, som ikke længer kan afvises, var, at dels sjelden: menneskeknokler, dels hyppigere: forarbeidede flint-redskaber virkelig findes sammen med uddøde dyrs knokler og exkrementer *under* drypstenlaget — fra den eftertertiære tid.

Da knokkel-hulerne ligge omspredte i de forskjellige verdensdele — og ofte langt fra de ligeledes omspredte slettelande med mærker om samtidighed af de første mennesker og uddøde store dyr, indsees let, hvorledes meningerne her må dele sig til to sider. Nogle tage alle disse omspredte mærker som vidnesbyrd om *en eneste* ødelæggende ual-

mindelig begivenhed, idet de blandt andet også henvise til den mineralogiske beskaffenhed af hint rødlige slam, der fra huler og slettelande i Europa, Afrika og Amerika siges at være sig selv ligt og det samme. Andre hævde de samme mærker som vidnesbyrd om tingenes regelrette gang gjennem tiden, og uddele dem til begivenheder pletvis indtrufne så her og så der.

Efter de ældste geologiske perioder følger altså en tid, med hvis granskning nu mange forskere er sysselsat, en tid, der ligesom forbinder geologien med historien, og som vi kunde kalde menneskeslægtens barndom. Da granskningen deles mellem geologer, zoologer, oldforskere og sproglærde, som hver arbeide særskilt, bruge særskilte inddelingssynsmåder, ubekymrede hver om de øvriges slutninger, så er det en selvfølge, at sandheden må kjæmpe sig frem gjennem splid. Fra Danmark og Sverige (se tredie del) udgik inddelingen i stenalder, broncealder og jernalder. Fra zologer udgik inddeling i mammut-perioden og rensdyr-perioden. Geologer har derimellem indsat tidsrummet istiden.

Mennesket, som boede i Frankriges huler, brugte stenredskaber, indgravede på benplader og stenfliser billeder af de samtidige dyr, tilhører rensdyr-perioden; men de samme mennesker synes at have seet mammut endnu levende. Mennesket, som har kastet skrabet efter måltid til kjøkkenmøddinger ved Danmarks kyster, og som huggede flint til redskab, tilhører stenalderen. Mennesket, som har sat pælebygninger i Schweizer-lavlandets søer, brugte sten-våben og bronce-våben, tilhører altså både stenalderen og broncealderen. Men det indbyrdes forhold mellem disse tilstande i dyreverden, veirlag og kultur er ikke faststillet. Ved de mangeslags tidsudregninger, som er forsøgt med disse kjendsgjerninger for øie, må ikke glemmes, at de fleste af hine perioder ikke afløse hverandre ligetil, men den ene fortsætter ved siden af den anden. Ligesom der endnu gives folkestammer, som leve på stenalderens kulturtrin og pælebyggernes vis i nord og i syd, og ligesom der endnu gives lande, hvor rensdyr-perioden og istiden hersker — således læser vi om en større udbredelse af de samme tilstande i ældre tider, vi læser om pælebyggere hos *Herodot* og vi ser dem aftegnede på Trajans-søilen i Rom. Disse kulturtrin ligger altså ikke så fjernt fra Europas historie, som man først tænkte. En lignende efterklang fra tidligere mere udbredte tilstande gjenkjendes også i nogle opdagelser af levende dyrformer, der minde stærkt om svundne geologiske perioder. Ligesom stenalder, istid og pælebygning endnu findes tilbagetrængt til fjerne lande i nord og i syd og til vilde folkestammer, findes også en efterklang af svundne tiders dyrliv tilbagetrængt til havets store dyb, hvorfra *M.* og *O. Sars* har trukket sølilier (rizokrinus) op, der minder om middellivets apiokrinites (pag. 162), og Chr. *Asbjørnsen* en søstjerne (brisinga), der minder om tertiærtiden.

Grublerier om Jordens dannelse er vel gamle som folkeslagene, men geologi som en ordnet og støttet videnskab er en ganske ung lære, som i en forholdsvis kort tid har voxet til et forbausende omfang Denne videnskab synes mellem mange at kunne blive den mest populære, da den underviser mennesket om det hus, hvori han skal virke. Idet den opruller billedet af fortiden, kan den heller ikke undlade at bære tanken ud også mod fremtiden. Geologien peger stadigt til de to fjernsyn, tidens begyndelse og ende Den kommer derved nødvendigt i et forhold til skriften.

Vi vide alle stykkevis. Dette ord betegner al viden. Også naturvidenskaben leder os med klarhed, følgerigtighed og overbevisende styrke — et stykke vei, men udover videre er mørke eller gåde. De første og de sidste spørgsmål kan videnskaben kun besvare, idet den undviger. Men en hel række af spørgsmål, som ligge imellem, besvarer den fortræffeligt. Det er et stykke soloplyst vei, men forud og bagenfor ligger en tåge, hvorigjennem ingen ser, men kun aner.

Det er sagt, at tro og viden ikke stemmer i samklang, ja at tro og viden aldrig *kan* stemme overens. Men da viden er stykkevis og troen er hel, er det umuligt, at disse to kæmpende kan indtage altid samme stilling ligeoverfor hinanden. Naturvidenskaben er væsentlig kritik, dog ved opløsende behandling af kjendsgjerningerne eller ved tvivlen om kjendsgjerningerne kommer naturvidenskaben også til sine støtter. Skulde der nu findes nogen naturvidenskab, hvor et bånd findes mellem tro og viden, en usynlig bro, som forbinder, så måtte det vel være geologien. Thi denne videnskab omhandler i påtagelige ting begivenheder, som er så store, så vidunderlige og så langt bortrykkede fra os og vort livs kreds, at de synes at svæve i troens verden langt ud over de sidste blå bjerge i et fjernsyn. Vor viden om disse fjerne begivenheder ligner derfor næsten en tro på de usynlige ting.

Men geologiens forhold til skriften er ikke anderledes end alle naturvidenskabers. Den dybeste forskning og den stærkeste tro på begge sider skue til hverandre med mistænksomme blikke. For hver ny kjendsgjerning, er der engang sagt, høres derfor altid en indvending: det er ikke sandt — eller: det strider mod religionen — eller: det er ikke nyt. Men alle behøver ikke at ængstes eller lade sig forvirre af den strid, som udspringer af disse indvendinger, thi under iveren fra hver side for at klare sagen udgår som oftest et lys, som skinner endnu et stykke frem på stien.

Da man første gang for alvor begyndte at fremdrage de i Apenninrandens faste fjeldlag gjemte fossiler, hed det, således som lægmand gjerne endnu siger om forsteningerne overalt hvor de findes, at disse måtte være mærker efter syndfloden. Da geologerne så viste, at dette kunde ikke være tilfældet, fordi fossilerne fandtes ikke blot i overfladen, men selv dybt i det indre af lagdelte fjeld, så svaredes: ja da er det ikke virkelige dyr- og planterester, men kun tilfældigheder, naturspil. Eller: det var ikke sandt. Og fossilerne udstødtes endog en tid af fjeldlæren og afhandledes i mineralogien som „figurerede stene.“ Biskop Pontoppidan ytrer i anledning af sådane navne: forsteningerne kan ikke kaldes naturspil, en sådan benævnelse i alle slige ting synes et spil med ord og en fattig udflugt for dem, som vil nægte det unægtelige. — Derefter da man nøiere granskede hine opbevarede former og fremstod med den uafviselige lære, at formationerne med sine tusinder af liv, med sine dannelser, ødelæggelser og omdannelser fordre tid, da hed det: at sådan lære stred mod religionen, og den gamle anklage reistes, at geologiens skabnings-dage ikke skulde være skriftens dage. Neppe er denne anklage begyndt at forstumme i overveielse af skriftens egne ord (2 Petri brev 3. 5—8), før en ny anklage reises mod geologien: at dens tidsregning for menneskeslægtens tilværelse ikke skulde være skriftens. Men bør vi ikke vente, at også her det gjensidige forhold skal klares.

Denne videnskab fortæller os i laglæren, at jordens skikkelse fornyes; den lærer os i fjeldkjæderne om en tid, før bergene var; den viser os i grundfjeldet den første jordoverflade, som opdukkede af vandet, i vulkanerne en mekanisme, som ikke er mulig uden vand, og i jordskorpens sammenføining en række af bergarter, som er dannet af vand og ved vand — i den egentligste forstand, at ikke alene formations-rækken af sandstene, lerskifere, kalkstene og kul blev nedlagt i vand og ved vand, men at der også på de eruptive fjeldmasser fra dybet er sat vandets mærke, således at den mindste kvarts-krystal i granit er fuld af vand-blærer.

Den amerikanske geolog *James Dana* (Geologi Filadelfia 1863) siger: at der kan ikke være nogen virkelig strid mellem de to bøger af den samme store autor, den ene jordens bog, som ligger opslået for os i geologien, den anden skriften. Lære vi ret at tyde runerne i begge, da ville de fortælle os en og samme historie.

Thi også hin bog fortæller os nu, at der var en tid, da jorden var øde og tom; at der fulgte en række af plante- og dyr-skabninger efter denne tid — og mange forbauses vel ved overensstemmelsen i begge fortællinger, når den samles med få almenfattelige drag. Og mennesket optræder sidst i denne række, og efter menneskets optræden øine vi ingen

fornyet skabning. Heller ikke kan nogen, som blader i gelogiens fortælling om tertiærtidens slutning, ihvorvel videnskabens vidnesbyrd her endnu strides, skjule for sig selv, at hans tanke bæres ud og møder det mægtige skriftens ord om syndfloden.

Og endelig, idet denne samme videnskab, geologien, som beviser sine ord praktisk ved at pege på stenkul, på jern og på rislende vandårer i jordens skjød — fortæller os om så mangen afveiet og sluttet tid, som havde mål til os og hensigt for os: må den også tvinge os til at overveie, hvad der er denne tids mål og hensigt. Men bag denne overveielse dæmrer lysning af en dag efter denne, syvende dags ende.

TREDIE DEL.

DET SYDLIGE NORGES FJELDBYGNING.

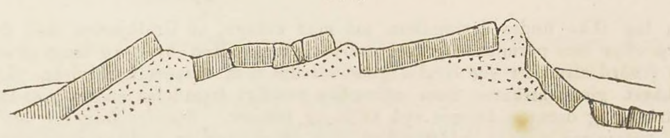


Om læseren tager de tre i udsigt over dannelsernes række givne lister og sætter dem over hverandre, den første underst, den sidste øverst — da har han for sig et samlet billede af den hele række lag-dannelser, som er foregået i den geologiske tid.

Men vi må ikke tænke os, at *alle* disse formationer er tilstede på ethvert sted af jordskorpen. For det første mangler på de forskjellige steder af jordoverfladen — det vil sige: i hele lande eller dele af lande — snart mindre lagfølger, snart større afdelinger. De svundne tider har på sådane steder intet ladt efter sig til mærke, eller hvor de efterlod noget, blev dette atter ødelagt. Således er det muligt, at kridt i Syd Sverige har ligget over noget større strækning eller muligens mer sammenhængende, end det nu findes. Ligeledes tør det være muligt, at lerskiferne og blåkvartsen i det centrale Norge har havt den mere sammenhængende udbredelse, som enkelte klatter i udkanten af det store felt på fjeldvidderne nu synes at vise. Disse strækningers lag, den sidstnævnte i en fjern jord-periode, den førstnævnte i en ved den nuværende noget nærmere liggende, ophobedes under hav. Derefter engang bragtes de op i det tørre. Disse lag var udsat for oceanet først, for veirliget og de rindende vande senere, tilsidst også for isen.

For det andet, som allerede nævnt pag. 202, er rækken af og til bragt i ulage ved omvæltninger. Under store bevægelser i jordskorpen væltede eruptive masser ud fra det indre. De engang vandrette

309.



lag opbrødes og stikke nu ofte op i bergtoppe og øer, i dalbund og havsbund i andre stillinger. Store strækninger grebes derhos af omvandlinger, iførtes ny dragt indtil ukjendelighed, således at man i mange tilfælde har ret til at tvivle, om noget af det tilsyneladende manglende ikke dog findes tilstede, men i denne nye dragt.

Allerbedst indser vi vel det store gab i *Norges fjelddannelser*, når vi sammenligner karter over vort land med England og Rusland. I Norge kommer grundfjeldet tilsyne under de primordiale og siluriske afdelinger, derpå følger en noget uvis stillet oversilurisk eller devonisk sandsten-etage og nogle endnu yngre konglomerat-lag — men så eftertertiære lag.

I *England* optræder rækken fuldstændig. Går man i retningen n.v. til s.o. fra Wales til London så overskrides alle de opregnede hoved-afdelinger, liggende som skrå trin det ene over det andet, ligefra kambrisk til ny-dagningens. Nemlig kambriske skifere, siluriske kalkstene og lerskifere i Wales; den devoniske røde sandsten på grændsen af Wales; den vigtige kul-formation med dens kalksten underst og sandsten øverst, i bæltet fra Bristol-kanal over Birmingham, Manchester og Newkastle. Fremdeles: permisk rød sandsten samt den nye røde sandsten (henhørende til trias), lias og juras mange afdelinger på bæltet mellem Bristol-kanal og Nordsøens store indsnit ved Norfolk. Endelig: grønsand, kridt og ny-dagningens sand og lerlag i Londoner-bækkenet. Og går man fra London nordost til grevskaberne Suffolk og Norfolk ved Nordsøens rand, da ser man også krag (som er pliocæn) og eftertertiære lag at ligge over Londoner-lagene. Så fuldstændig og vel opbevaret række er sjelden fra noget andet land.

Anderledes er rækken, når den overskrides nordligst i Skotland. Skotlands yderste øgruppe Vest-Hebriderne er gneis. Men på vestkysten af Nord-Skotland i Sutherland og Ross-shire sees over grundfjeldsfoden, som danner det lavere landskab gråligt af farve, indtil 1000' vældige pyramider op mod nivå 3000', der bestå af rødt og chokoladefarvet konglomerat og sandsten. De ansåes tidligere på grund af ligheden i bergart for den gamle røde sandsten (devon). Men længer inde i landet lægger sig kvartslag over og dernæst undersilur. Murchison faststillede deres plads derfor som meget ældre, og vi kan, sålænge pladsen ikke atter flyttes, i dem se sidestykker til de overmåde mægtige lag, som i det centrale Norge og i Trondhjems stift har pladsen lavere end oversilur. Dernæst overskrides en mægtig række (uden fossiler) af især glimmerskifere, hvori man vil se under-silur i forandret dragt. Men idet vi kommer til østkysten i Kaithness, følger den store devoniske formation i 3 afdelinger, først det gamle røde som konglomerat og sandsten, dernæst Kaithness grå hellesten med fiske, tilsidst derover navnlig i Ørknø over-devon med grå, røde og gule sandstene, hvori plantelevninger.

I *Rusland* kan man på lignende vis overskride en hel rækkefølge, idet man tager veien fra St. Petersburg indover mod øst til Ural. På veien did ind til St. Petersburg øine vi Finlands granit, gneis og krystallinske skifere.

Ikke uvigtig for betragtningen af Norge, hvor over så store strækninger grundfjeld og gammel granit ligger tilskue, og hvor mangesteds vældige lag-systemer ingen fossiler vise, skulde sammenligning med Finland være; men i Finland synes det overdækkede og skjulte at være ligeså meget regelen som i Norge det nøgne og i store snit opskårne. På hin linie ligger følgende lagsystemer blottede som lange trin i en overmåde flad trappe:

Ved St. Petersburg findes lersten med tangrester, som uagtet sit unge udseende dog må høre til de allerældste siluriske dannelser, da den ligger under først løs sandsten, dernæst sorte skifer med graptoliter og endelig kridtagtig kalksten, fuld af ortokerer og trilobiter som i Kinnekulles kalksten.

Derover følger længer ind oversiluriske kalkstene, devon, kulkalken, permiske formation og tilsidst jura — altsammen i flade lag, der sænke sig umærkeligt lidt efter lidt, og over store slettelande. Først henimod Urals kjæder er disse store etager brudte og kastede mellem hverandre i steile lag sammen med eruptive masser, som brød op mellem dem.

Da jura lag ikke findes derimellem, må man antage, at Uralkjæden med dens eruptiver brød op efter den permiske og før jura-perioden. Hen over en lang strækning og med ret løb i nord strækker sig Uralbergene således som ethvert kart viser. I det således midt i havet gjennemskårne rum udbredtes vestligt fremdeles endnu jura-lag, men i snævrere område, og dernæst længer syd kridt og tertiær. Således følger i det europæiske Rusland systemerne næsten fuldstændigt over hverandre og i allerstørste regelmæssig-

hed, horizontalt det ene store led over det andet, med stedse snævrere grændse, som om havet lidt efter lidt opfyldtes. Disse lags rigdom på fossile levninger er meget påfaldende, den vækker alle samleres beundring ligeså meget ved den finske bugt i silur som midt i slettelandet i kulkalken (bergkalken) og i jura. Udpegende ligesom de sidste rester af det fordums havs område ligger den kaspiske sø og Aral søen i syd, den første med liden, den sidste med stor saltmængde. En bevægelse ved begyndelsen af den nuværende jordperiode (Kaukasus-kjædernes hævning) har skilt disse søer fra hverandre og fra sammenhæng med oceanet, og på samme tid måske foregik sænkning for den sydlige del af det kaspiske hav, thi dette synes at have trådt hastigt tilbage. Stepperne ligge fulde af skjæl, der er de samme som i det kaspiske og det sorte hav. Nu fortiden fyldes den nordlige grunde del af det kaspiske hav lidt efter lidt. (Trautschold).

Hele den samlede store række fra kulkalkstenen til de øverste tertiære lag har vi *endnu ikke* kunnet påvise i (den hidtil mest undersøgte del, nemlig det søndenfjeldske) Norge. Fra hele middel-livets tid er *hidtil* kun en flæk fundet i Norge, nemlig i Vesterålen; ellers ligger i Norge over de gamle formationer kun de nyeste dannelser fra ny-livets tid, nemlig eftertertiære. Heller ikke af gamle-livets har vi fundet andet hidtil end de ældste, men under dem fra den livløse tid har vi uhyre rækker af lag, mægtigere, mer udbredt og ældre end alt, vi ellers kjende. Norge er altså i sandhed et gammelt land; thi det er en del af den ældste jordskorpe, og som den skandinaviske halvøs vestrand er Norge løftet op af havet — og vi ved ikke hvorlænge det har ligget og smulret og grånet fra den tid ligetil istiden, som kom og slikkede landpladen.

Om det før kunde stå som en vel grundet sats, at landene langt mod nord måtte nødvendigvis mangle stenkul, mangle jura, mangle kridt o. s. v., og at de måtte fortrinsvis være byggede af krystallinske bergarter, granit og gneis m. m., så kan denne tanke nu ganske opgives.

Skandinavien er rundt omringet af stenkul formationen, både stenkul og kulkalk.

Fra Ural træder kulkalken i Petschoraland og Tscheskaja bugt lige til randen af ishavet. I Ural findes lignende kul som Båren Eilands. Videre er fra Nowaja Semblia kulkalkens fossiler bragt. Fremdeles findes formationen på Båren Eiland, Spitsbergen, Prins Patricksø, Melville- og Bathurst-øerne.

Fra Baffins bugt, hvor granit og gneis synes at råde på begge sider i Nordgrønland og i Nord Devon, åbnes gjennem Lancaster sund og Barrowstrædet passagen til *de arktiske ølande* med Nord Devon på den ene side, Nord Sommerset på den anden, og længer ind Bathurst, Melville og Patricksø, Banksland.

Patrick
Melville — BAFFINS — Nord-
Banksl. Bathurst N. Devon — Grøn-
Barrow str. Lancaster s. — land
Sommerset

Talrige prøver medbragte fra expeditionerne efter Franklin blev undersøgt af Haughton. I Nord Devon ligger over graniten rød sandsten og konglomerat, derover hviler oversilur med lag, fulde af velkjendte fossiler favosites gotlandika, kjæde-korallen, pentamerus o. fl.

Også undersilur er fundet i Bellotstrædet, med store vaginate ortokerer, med chætetes lykoperdon o. fl.

Hin oversiluriske kalksten, noglesteds grønliggrå og jordagtig er igjen dækket af en række med hvid finkornig sandsten, hvori talrige lag af meget bituminøse kul. De ligne mest visse slags af skotske kannelkul. Over kullene igjen ligger kulkalkstenen med dennes almindelige fossiler: produktus, spirifer.

Disse kullag findes i Bathurst, Melville og Banksland 75—70° n. br. de tilhøre den ældste kulkalk under bergkalken, medens de største ellers kjendte kullag i Europa findes *over* samme.

Også på den anden side fra Ural træder kulkalken lige til randen af Ishavet og Hvidesøen, dukker igjen op i Bären-Eiland, i Spitsbergen med kul, ledsaget af planterester, hvorhos selve bergkalken vrimler på sine steder af fossiler.

Stenkulplanter i Spitsbergen blev fremfundne af Nathorst 1870 i Isfjordens bund. De ligge under bergkalken. Oswald Heer bestemte levningerne som kalamiter, lepidodendron, stigmaria.

Bären-Eilands kulkalk opdagedes af Keilhau tilligemed de ledsagende stenkul. Den svenske expedition 1868 medbragte en mængde fossile planter, og disse blev overgivne til Heers bestemmelse. Planterne findes dels i selve kullene som fladtrykte stammer (knorria, kalamiter, lepidodendron), dels i mellemlag med sort skifer, dels i grå lerskifer under stenkullaget. Denne sidste skifer er fuld af de store rizomer til kalamites radiatus.

Nordenskiøld fandt på Bären-Eiland nederst på sydenden kvartsit med grå dolomit og rød skifer. I Spitsbergen etsteds i de samme lag fundet fiskelevninger. Måske altså devon. Derover sandsten med nogle stenkullag. Øverst mægtig kalksten med tykskallede produktus- og og spirifer-arter.

I Spitsbergen er denne rækkefølge dækket med svære masser af grønsten (diabas) på samme vis som basalt dækker i de skotske øer,

De 3 nævnte slags planter har, siger Heer, taget en hovedandel i selve stenkullenes dannelse. De synes at udpege gamle strande, hvor vand samledes og torvdannelse begyndte med kalamiter som hovedmateriale, af marine rester findes her intet. Alt dette overskylledes med sand.

Opretstående kalamitstammer i sandstenen vidne nu om, at forandringen foregik i kort tid. Thi over kullene kom de marine dannelser.

Oswald Heer opstiller en egen afdeling „Ursa-trinet“ (Bären-Eiland) for disse afleininger med stenkul under bergkalken, og sammenligner med de arktiske ø-landes, med Ny Brunsvigs, Irlands, med Aachens tilsvarende lag. Fra 47° til 74° n. br. er denne afdeling udbredt overalt ensartet. Kalamiter optræder i dette trin med engang udrustet med alle sine mærker, tidligere var den ikke sporet, og uforandret vedblive disse planteformer gjennem hele den lavere del af kulformationen. Derpå slukkes de. Istedetfor lepidodendron i mængde kommer i den midlere (egentlige) kultid sigillaria i mængde.

Videre er Skandinavien omringet også af lias og jura tildels med kullag. Fra Patriksø er jura-fossiler hjembragte af M'Clintock i ammoniter, saurie-knokler. Også fra Bathurst. På Andø fandt Tellef Dahll den brune juras fossiler samt stenkul. Brun jura overhovedet er kjendt

rundt om Skandinavien i nord, fra de arktiske øer over Spitsbergen, til Andø, på den anden side i Petschora land.

I syd ved Skandinaviens gamle fjeld optræder „Ræt“ i Skåne og på Bornholm. De første fossile planter fra Skåne blev fundne af Sven Nilsson; navnet Nilssonia (fig. 287) minder herom. Forskerne Hébert, Lundgren og Nathorst regne Skånes flora ved Hør, Høganes, Raus, Pålsjø tilligemed Bornholms til den rätiske afdeling, også kaldet på grund af et hyppigt skjæl „avikula kontorta-zonen,“ som af nogle stilles som det nederste parti af under-lias, af andre udskilles som egen afdeling mellem keuper og lias.

Men endnu længer frem i tiden herskede omkring polen et klima, hvorunder rig væxtfylde trivedes. Også fra kridttiden og miocen er afleininger tilstede med plantelevninger og kul lige op til de nordligste besøgte lande. Når veien tages fra Skotland, sees de i Antrim, Mull, (Færøerne?), Island, Grønland, de arktiske øer og i Spitsbergen.

Vi forlod vor betragtning af Skotland med Ørknø. Idet vi skuer om mellem de med kullag fra kridt- og tertiærtiden forsynede nordlige lande, begynde vi med *Vest-Skotland*. På *Sky* ligger basalt som dække mer end 1000′ tykt over lias og jura. Også syenit bryder gjennem lias. Det er lærerigt for os at medtage, da vi i norden var tilbøielige til at søge altid en ældre plads for syenit og granit. *Staffa* med sin hule brudt gjennem de stavformede søiler af basalt er tidligere omtalt (fig. 73). På *Mull* ligger basaltdækket over tuflag med miocene planterester. Disse opdagedes af hertugen af Argyll. Indtil 3000′ mægtigt udbreder sig basalter øverst. Også i nord-ost Irland, i Antrim sees de samme dannelser. Men ikke basalt alene, også olivin-gabbro i store masser bryder (efter Zirkel) gjennem disse miocene lag på Mull og overdække dem.

Vi kommer til *Færøerne*. Johnstrups kart over Syderø viser kullagenes udstrækning i et bælte over den nordligste del af øn. Øn selv udgjør (efter Forchhammer og Johnstrup) en opdyngning af basalt og dolerit ledsaget af mandelstene i udbredelse som dække og strømme. Mellem strømmene, der i bratvægge tegne sig som tykke bænke, findes lag af forskjellig farvet og hærdet ler. Kullagene holde sig til sådane.

Kullene undersøgtes af Johnstrup 1872. De findes i en horizont, der skråner fra stor høide, 1700′ høit oppe i Syderøns fjelde, langsomt ned indtil havkanten. Det område som kullaget indtager er $^1/_3$ □ mil (dansk). Kullaget er ved mellemkommende ler eller skifer delt i 2, hvoraf det nederste er 18—24″ tykt. Det er tildels gode glandskul. Spor af års-væxtringe sees ﬂeresteds i kulmassen. Da der også findes stor mængde kvist, og da der er spor til at stammerne havde barken på, synes ophobningen ikke at have været drivtømmer. Johnstrup antager, at disse færøiske kul er miocene ligesom Islands surturbrand.

Grønland. H. Rinks kart over Nord Grønland viser de 2 store halvøer Svarten Huk og Noursoak samt, med Waigat imellem, øn Disko. Disse stykker af den med fjorde indskårne vestkyst er efter Rink „trap“ og dermed forbundne sandsten- og kullag. Det øvrige indenfor er gneis og granit. Midt i Waigat fra Noursoak kommer Atane elv ud. På Omenaksiden af samme halvø ligger Kome; begge disse steder er navnkundige findesteder for plantelevninger. Midt for Waigats ydre ende ligger Hareøn, ligeledes bekjendt for sine kullag samt ægte bern-

sten i dem; derhos Disko-siden med Rittenbenks kulbånd o. s. v. K. Steenstrup har givet nøiere underretning ved reiser fra 1871 o. f. (se de danske geologiske undersøgelser).

Kridt afleininger var før ikke kjendt langt nord. Man mente, i det høie nord var dengang ikke gunstige vilkår for trivsel af organisk liv. Men i de af Rink medbragte fossiler fra Kome fandt Oswald Heer former lig dem, som kridttiden viser på sydligere bredder. Den af Oskar Dickson udrustede svenske expedition 1870, anført af Nordenskiøld, bragte en mængde vegetabilske rester fra Grønlands kridttid. Mere end 2000 stykker blev overgivet til Heer for at bestemmes.

På nordsiden af Noursoak ligger over gneisen gråligsort skifer og sandsten, hvori planter. På hele kysten af Omenakfjorden sees disse skifer og sandstene med plantelevninger mellem gneisen og basalt-dækket. I Kome er mægtigheden 1400'. Bregner og koniferer er hyppige i Kome-lagene, som tilsvare lavere kridt. Disse planter viser en blanding af tropiske landes flora og de næst til tropiske grændsende!

Et noget yngre trin danner Atane-lagene. Bregner og koniferer findes her endnu fremdeles, men overveiende er dog nu dikotyledoner.

En af de vigtigste kjendsgjerninger, som skyldes undersøgelsen af Grøndlands kridtflora, er, at i den arktiske zone som i det midlere Europa begynder dikotyledoner i det øvre kridt, og optræde der strax med et stort antal af de forskjelligste former. I Europa er ingen dikotyledoner kjendt fra lavere kridt, ingen fra gault. I Grønland er 1 dikotyledon kjendt i Kome-lagene, nemlig populus primæva. Men i Atane-lagene udgjør dikotyledoner ½ af alle (62) fremfundne former. Denne poppel er den ældste kjendte af alle ægte dikotyledoner.

Spitsbergen. Nordenskiøld bragte 1872 kridt fossiler fra Isefjorden. De ligge under de miocene lag med planter dersteds og adskilt fra dem ved 2000—3000' sandsten. De hyppiste plantelevninger her var konifer-træ.

De svenske expeditioner mellem 1858 og 1864 bragte alt mange fossile planter fra Spitsbergen, endnu flere bragtes 1868. Hovedfindestedet var dengang Kap Staratschin på sydsiden ved indgangen til Isfjorden. Rensdyrjægeren Staratschin har der sin grav. De fleste planter fandtes her i en bituminøs skifer, som står nær brandskifer og boghead. Sandsynligvis er dette skiferler, som ganske gjennemtrængtes af de opløste planteemner, således som det sker også i torvmyr. Oventil går denne skifer over i sort glindsende kul. Men det er alt fra brunkultiden. Oswald Heer finder de fleste arter i denne miocene flora fælleds for Spitsbergen, Nord-Grønland, Island, Østersølandene og Schweiz. Sequoia og taxodium er hyppige, og af dikotyledoner kan mærkes en stor bladet lind, et valnødtræ, efeu. Sumpcypressen (taxodium) her fra den miocene tid under Spitsbergens bredde er i alt, i blade, blomster, frugter som i Dismal swamp nu. De lange tider har ingen forandring udrettet.

Island. De berømte findesteder i Island med surturbrand er alle miocene. Et af de bedste er Hredavatn ved Baula (pag. 70) i gulhvid tuf. Birk er hyppig både som fladtrykte stammer, grene og som blade, frugt; derhos sees pinusarter, en eg, ahorn, løn o. fl.

Banksland, som omseiledes 1851 af Mac Clure har også miocene kullag. I Ballast bugten på n.v. siden fandtes omtrent 300' over hav-

fladen mellem ler nærmest og ellers sand og singel en uhyre mængde tildels lignitagtigt træ. Noget heraf var brunt farvet (ved jernoxyd) og gav klang. Dette forstenede træ har sidestykker i Grønlands og minder om de mange lerjernstens boller med iliggende planterester ellers (pag. 122). Dette er „træhøiene" på Banksland.

Fra begyndelsen af stenkulperioden til slutningen af lavere kridt, siger Heer, møder vi i den arktiske zone i land-floraen som i havlivet tropiske og nærved tropiske stående former. Først i det øvre kridt findes tydelige spor til en aftagende temperatur ved 70⁰ n. br.

Således fulgte vegetationerne efter hverandre gjennem tiderne i det høie nord. En stor del omsvævende teorier udelukkes ved disse Oswald Heers undersøgelser af de talrige levninger.

Men Norges fjeldbygning vil også stå i et klarere lys for os, når vi først har kastet et blik på vore nærmeste naboers grund — Sveriges og Danmarks ved siden og polarlandenes omkring.

Om man på et Skandinaviens kort afmærker med farve en linie mellem Kullen og Cimbrishamn, da deler denne linie Sverige i to ganske ulige dele både i henseende til størrelse og til beskaffenhed. Den peger derhos op mod Norges vestkyst ved Jæderen og ned til Bornholm. Linien selv har retningen n.v.—s.o. På nordsiden af linien ligger den største del af Sverige med sit grundfjeld, sine kambriske og siluriske lag, sine eftertertiære dannelser ganske i lighed med Norge. Om sydsiden af linien derimod ligger den mindre del, det sydvestlige fremspring af landet, som tilligemed den danske ø Bornholm (dennes vest-side) opviser også nogle fjeldlag fra middel-livets tid, og som lidt efter lidt danner en mellemgrund til Danmark, således at Øresund afskjær atter to aldeles lige kyster. Norge og Danmark hver på sin side har fast intet tilfælleds — uden at det skulde være Jæderens fladland, som udgjør Norges lighed med Danmark, og østsiden af Bornholms klippe-ø, som er Danmarks lighed med Norge. Sverige derimod forener begge disse landes eiendommeligheder. Det var derfor gjørligt at få et begreb om alle tre lande ved at skildre enten Sverige alene, eller også hine to modsætninger alene: det yderste fjeldland og det yderste sletteland; thi Sverige ligger bred om bred med begge med lighed for begge.

Danmark.

Forchhammer fandt ved sin undersøgelse af Danmark, at hin i Syd-Sverige udprægede linie n.v—s.o. også råder i ordningen af den faste fjeldgrund *under* Danmarks ler, sand og rullesten.

Når Bornholm undtages, optræder i det øvrige Danmark *kridtformationen, brunkul-formationen* og *„rullestens-formationen"*. De ældste af disse i Danmark hist og her opstikkende fastere lag — er *skrivekridtets*. Dette optræder i Møens klint, 400 fod høi (og i liniens fortsættelse i Arkonas klint og Stubbenkammer på Rygen), i Stevns klint 130 fod høi, ved Faxø bugt og på nogle steder i Sjelland og Jylland. Det ældste led af kridtformationen, det ældre grønsand er ikke fundet i Danmark, derimod på Helgoland.

Over skrive-kridtet, som allerede for sig danner den yngste del af den ellers sædvanlig udbredte kridt-formation, ligger på nogle steder i Danmark endnu yngre afleininger, det såkaldte nyere kridt.

		I Stevns klint tilsyne.	Ved Kjøbenhavn og Grenå	I v. Jylland.
Nyere kridt	øverst	limsten (bryozo-kalk).	Saltholms-kalk,	blege-kridt.
	derunder	Faxe-kalk (koral-kalk).		
	nederst	skrive-kridt.		

I Stevns klint ligger disse lag vandret over hverandre, kun med en eiendommelig krusning; i Møens klint er de derimod bøiede og krummede eller knækkede og rykkede ud af sammenhæng ved spring (pag. 87), og i disse forstyrrelser på Møens klint deltage også ler,- sand- og grus-lag, tilsammen over 100 fod mægtige af „rullestens-formationen.“ Omvæltningerne foregik altså først længe efter kridtets dannelse. (*Puggård*).

Skrive-kridtet er som sædvanligt fuldt af sort flint i knoller, hvilke ligger lagvis ordnede. I mange flintknoller gjenkjendes svampe; de største af disse er „flintkrandsene“ fra Møen, som et stort og tungt fad. Også fossilerne i kridtet er hyppig forstenede ved flint (fig. 257, 259, 261). Faxe-kalken er i Stevns klint kun 2 fod, i den nærliggende Faxe bakke svulmer den op til 100 fod. Dens hovedmasse er stjerne-koraller som karyofyllia, kladokora, okulina o. fl., og den ældste understliggende koralkalk er ikke lagdelt. Limstenen består næsten helt igjennem af sønderbrudte bryozoer samt af kalksand, derhos indslutter den sammenhængende lag af grå flint. *Johnstrup* har påvist, hvorledes disse ændringer af kalkstene tilhøre mægtige koralrev med levninger foruden af koralgrene og bryozoer også af talrige bløddyr. Dette vidnesbyrd om et varmere hav i kridttiden står i samklang med de lignende om klimatiske tilstande i endnu nordligere liggende strækninger, hvorom ovenfor. Saltholms-kalken er hvid, tæt, næsten krystallinsk kalksten, udbredt i omegnen af Grenå og Kjøbenhavn (Saltholmen) samt Malmø. Blegekridt er uren, gulagtig, løs kalksten, v. i Jylland.

Dels i Saltholmskalkens øvre del, dels over samme findes vandførende lag, nemlig på den flade strækning mellem Kjøbenhavn, Roskilde og Kjøge. Ved kunstig brøndboring (pag. 137) er vand hentet op til overfladen og ledet til Kjøbenhavn. Prof. Johnstrup påviser, at disse vandførende lag med rullestensgrus, som man kaldte yngre grønsand, ikke tilhører kridtformationen. Også den berømte Roars kilde forsynes sikkert af de samme vandførende lag, nemlig hvor de træde ud på den vestre heldning af det kjøbenhavnske platå Kilden giver 10,000 tønder vand daglig. I forventning at støde på vandførende grøndsandlag under kridtet, i lighed med til exempel Grenelleboringen ved Paris, er et stort antal boringer påbegyndt i Danmark.

De til kridtet hørende dannelser findes nær dagen i et bælte, som omslutter Limfjorden i n.v. og stryger over til Kjøbenhavn og Møen i s.o., men er dog sågodtsom overalt dækket af rullestens-ler og sand. Boringen over 1200′ ned ved Ålborg trængte gjennem skrivekridt 800—900′, derefter under kridtet en fastere kalksten meget lig Arnagerkalken på Bornholm.

Det 270 fod høie „Gipsberg“ ved Segeberg i Holsten består af gips med boracit-krystaller, stensalt og iblandet kalk; gips med boracit dækkes ved Lüneburg af skrive-kridt. Boringer i gipsberget har påvist stensalt i dybet. Måske optræder dette under lignende forhold som ved Stassfurt (pag. 116).

Den såkaldte *brunkul-formation* i Danmark svarer til Apennin-randens tertiær-lag. Fra Nissumfjord, Mors og Salling fortsætter den langs vestkysten og gjennem midten af hertugdømmerne ind i Nordtyskland, på østsiden derimod fra Århus ned til Lillebelts bredder. Ved Lillebelt, på Mors og Sylt haves tydelige profiler. *Forchhammer* deler den i 2 afdelinger, en ældre og en yngre. Den ældre afdeling består af fint gråt ler med glimmerskjæl (glimmer-leret) samt gult jernrigt sand og løs sandsten (limonit-sandet). Glimmer-leret indeholder indlag af alun-jord med svovlkis. Ved Limfjorden findes udbredt over flere kvadratmile en infusorie-jord, som undertiden ganske ligner Bøhmens polerskifer, fuld af skaller af diatomaceer. Denne er en ferskvands-dannelse foregået i en fordybning af den gamle kridtbund, som danner underlaget. Den kaldes mo-ler (pag. 120).

Den yngre afdeling, glimmerskjæl, fint ler, er udbredt på den nordlige del af Fyen, den nordvestlige del af Sjælland. På første sted indeholder leret nyrer af jernspat manganspat og tungspat. Ifølge fossilerne må denne brunkul-formation ansees som en saltvands-dannelse, tilhørende den midlere tertiære periode.

Virkelige brunkul-lag findes indlagte i den ældre afdelings ler og sand på flere steder n.v. og midt i Jylland. Hidtil har det ikke lønnet sig at udtage dem. Videre træffes spredt i sandlagene rav (pag. 51), der også kastes op af Vesterhavet fra brunkul-formationen på havbunden langs Jyllands vestkyst.

Den såkaldte *rullestens-formation* består af ler og sand og synes at være dannelserne før eller under istiden, altså eftertertiære.

Under navn af *rullestens-ler* sammenfatter *Forchhammer* gult og blåt ler, mergel og sand med en mængde iblandede stene (flytsten, vandreblokke pag. 106), små og store. Alle de større blokke er granit, stribet granit, syenit, porfyrer, grønstene, kvartsit, siluriske kalkstene, sandsten. Hele og itubrukne skjæl som f. ex. cyprina islandika fig. 242 vidne om, at leret afsattes under hav. Man kan antage, mener *Forchhammer*, at $\frac{1}{3}$ af dette ler skylder ødelagte kridtlag sin tilværelse og at det fra dem har sit kalk-indhold. Den sydlige og mellemste del af Sjelland og Fyen, videre Møen, Falster, Lolland, Langeland samt østkysten af Jylland og sydover fra Randers til Lybeck er dækket hermed.

Rullestens-leret er mangesteds dækket med mægtige sandlag. Disse eller *rullestens-sandet*, som sjelden er ganske blottet for lerblanding, viser, siger *Forchhammer*, samme slags lag som de, et stormfuldt hav afsætter langs kysterne. Det indeholder ikke meget store blokke, og sædvanlig er de stærkt afrundede (rullestene). Også mellem sandet er fundet saltvands-skjæl som den almindelige østers, strand-snegl, bukcinum undatum (fig. 223).

Rullestens-sandet er udbredt dels som „åser“, f. ex. åsen der følger Kjøge-å på nordsiden, snart som „kuller“ såsom Kullebergene ved Vordingborg, bakker på Langeland; snart som bakkeland f. ex. på halvøn i et bælte, som drager sig langs med rullestens-lerets vestlige grændse og indeholder halvøns største høider (bakkerne ved Rye og Silkeborg 550 fod), videre i de store flader, som længer v. danner de ufrugtbare *jydske heder*, hvis sand næsten mangler al lerblanding.

På det bakkede rullestens-sand findes Danmarks største skove. Den meget dybe, ikke meget nærende bund er skikket for skovvæxt, mindre for agerbrug. Hvor sandet er lerholdigt trives bøgen. Hvor leret mangler, trives især egen. I ældre tider synes fure at have været det herskende træ.

„Rullestens-formationens“ blokke og sten snart store, snart små, både skarpkantede og runde — holde sig ikke blot til overfladen. De er blandede mellem leret og sandet og findes lige ned til den under-

liggende brunkul-formation. En stor del af disse blokke er ikke indførte på is, men tilhøre selve kridtgrunden forneden.

Således fandt *Forchhammer* ved at tælle alle stene hver gang indenfor en vis firkant, at i det nordlige og mellemste Sjelland udgjør kridtstenene 50 pct. Derimod ved Limfjordens vestende tage stykker af Kristianiafjordens bergarter overhånd, især porfyrer, syenit, sandsten lige til 40 pct.

Rullestens-formationen, siger *Forchhammer*, dækker hele Danmark, dernæst det sydlige Sverige, hele Nordtyskland indtil Harzens rand og Sachsens berge, videre slettelandet omkring Østersøen og videre ud over en del af Polen og Rusland. Det er den samme som den pag. 213 omtalte drift i England. Overalt i disse lande er blokke fra den skandinaviske halvøs og Finlands grund udstrøede.

Deichmann Branth har samlet og tællet en mængde fremmede stene ved Fredrikshavn; omkring 80 pct. var granit, omkring 10 gneis, 2 gabbro og grønstene, 4 Laurvigs syenit, resten Holmestrands porfyrer, videre silurlag o. s. v. Ved sammenligning med norske bergarter og karterne kunde de sandsynlige hjemsteder sættes i strækningen mellem Tryssil og Langesund. Fra Kristianiafjordens vestside i alle tilfælde til Jyllands spidse er disse stene bragte.

Af de fortsatte undersøgelser vil det fremgå, om denne hærskare af fremmed sten er båret ud over Danmarks ældre grund ved fremkrybende landis — således som Otto Torell udvikler i sin fremstilling af Skandinaviens isstrømme, eller om det var isberge i hav — den forklaringsmåde, som man tidligere udstrakte til fast alt erratisk ikke blot i Skandinavien men også i Alperne.

Efter istiden, da ler med sand ikke dækkedes af hav, begyndte dagvande at trænge gjennem jordlagene og samle sig i fordybningerne. Der fremskød da en planteverden både i vandet og ved bredderne. Resterne fra denne opbevaredes i tørvemoserne. Af disses indhold vil *Stenstrup* have godtgjort, at forskjellige skovstande har afløst hverandre i Danmark, idet nemlig det dybeste lag i moserne indeholder levninger af bævre-asp, dernæst følger fure, som synes fortrængt atter af eg, og øverst el; medens der intet spor i moserne findes af det nu mest udbredte skovtræ, bøgen. De i moserne fundne oldsager tillader en gisning om tiden, og dyr-levningerne vidne om, at landet havde bjørn, ulv, ren, elg, 4 oxe-arter, bæver og flod-skildpadde.

Af andre dannelser efter istiden kan nævnes kildekalk, myrmalm og al. Regnvand, som siver gjennem det kalkholdige rullestens-ler, opløser en del kalk ved sin indsugede frie kulsyre, og i bakkeskråninger, hvor vandet finder udløb til dagen, afsættes betydelige lag af *kildekalk* (kalktuf pag. 79), som kan træffe til at indeholde talrige plantelevninger. Formedelst sin ringe vægtfylde er den under navnet „frådsten“ blevet brugt til hvælvingers opførelse i de ældste kirkebygninger. — Af jernholdige sandlag uddrages på samme vis jernet ved de fra planterne tilberedte humussyrer, ved vandsuget flyttes det således (som kulsurt jernoxydul) opløste jern ned i de flade engdrag, hvor det ved luftens indvirkning (oxydation) omdannes til *myrmalm*, som især i Jylland nyttedes til jernsmeltning. — På en stor del af de jydske heder har muldstofferne (humussyrerne) fra lyngen øvet en lignende virkning, de øvre sandlag vise sig afblegede, og længer nede i sandet hårdt sammenkittet til en brun sandsten, som planterødderne ikke kan trænge igjennem. Dette er *al*; den er i almindelighed kun 6—8 tommer tyk, den er brun af humussurt jernoxyd. Den er „ufrugtbar“, men ved at udsættes for virkning af frost, af kalkmergel eller af gjødningens ammoniak-forbindelser, smulrer den eller opløses og kan dyrkes. (*Johnstrup*).

Over den egentlige al-sandsten ligger gulv-sandet, som er hvidt i dybet, gråt eller sort i overfladen af hede-humus. Dette sand findes igjen i Hannover, Holland og Belgien, hvor det er kjendt under navnet kampine-sand.

Til de endnu vedvarende dannelser endelig kan regnes *klitten* (pag. 98) og *marsken* (pag. 84), der begge findes langs halvøns vestkyst, den første især i Jylland, den sidste

i Slesvig og Holsten, hvor ørækken danner en skjærmende vold, i læ af hvilken havet med hver indstrømmende flod oplægger det frugtbare marsk-ler.

Danmark er et af de lande, som opfordrer videnskaben til at søge at knytte den geologiske tid sammen med den historiske. De danske forskere har heller ikke manglet held ved at kaste sig over det rige emne. De har åbnet os en temmelig lang udsigt mod det fjerne old.

Der er hos disse Danmarks ældste folk påvist tre forskjellige kulturtin, som mærke tre tids-afsnit efter hverandre. De våben og redskaber, som den fjerneste oldtid har ladet ligge efter sig, er af sten; derpå følger en tid, da man havde redskab og våben af bronce, og tilsidst en tid, da man havde dem af jern. Dette er den af danskeren *Thomsen* og svenskeren *Nilsson* først opstillede navnkundige inddeling i *sten-alderen, broncealderen* og *jern-alderen.*

Professor *Worsaa* har ment med sikkerhed at kunne dele sten-alderen igjen i to afsnit: 1) den *ældre stenalder.* Herhen skulde høre de mange fund i østers-dyngerne eller de såkaldte „kjøkkenmøddinger". *Rå redskaber* af flint og ben, rå flintekiler, mange redskaber af ben, plumpe lerkar findes i disse. 2) den *yngre stenalder* med sager, som er *bedre arbeidede,* af sten, ben, rav, brændt ler. Hid skulde høre de store stendysser, jættestuer o. s. v.

Denne inddeling, der i sin grundtanke må være sand, er også yderst populær og har uden tvivl mange tilhængere. Men professor *Steenstrup* har påvist, at man ingen ret har til at sætte alle kjøkkenmøddingerne sammen i en ældre råere tid, og alle gravkamrene med stenvåben i en yngre, videre kommet. De råt formede ting fra kjøkkenmøddingerne hidrøre fra fiskeribedriften. Den store formrigdom er her kun tilsyneladende, thi den består mest i urigtige navne, som man har givet tingene. Her er „landse- og pilespidser", som er for butte i enderne, for sløve på randen, for plumpe og svære. Her er „kiler og meisler", som ikke ligne noget, som kan anvendes til det brug, navnet udsiger. I gravhøiene lå derimod virkelige landser, spyd, pile, harpuner og øxer. Disse forskjellige ting må ikke sammenlignes. *Steenstrup* påviser, at kjøkkenmøddingernes såkaldte „landseblad og meisler" har været garnsænk og pilkesænk, ombundne med skind og bark. Der findes spor af gnid efter ombindingen. Et andet redskab — flint-halvmånerne, som man kaldte krumknive eller sauge — har været brugt til at rede garnet med. *Steenstrup* påviser mærkerne i gnidlinier, hvor det var indsat i en fals, og slidningen af tænderne efter en bevægelse ikke som med kniv eller saug, men som med kam. Dette er altsammen ting, som i stort tal måtte levnes på kysterne, og som derfor også findes her.

Før man kan bruge disse redskaber som bestemmelser om de gamle folkestammer, må man naturligvis indse redskabernes rette navn og brug. Hvad angår tidsudregninger, så må vi vel huske, at ikke alt, der må siges at mærke en stenalder, nødvendigt behøver at være fra samme tid. Stenalderen fortsætter *endnu* mellem vilde, medens den oplyste verden er i en høit uddannet jernalder. Vi hørte før (pag. 93), at man har forsøgt en tidsudregning for stenalderens ælde i Schweiz. Om denne regning nærmer sig til sandhed, og andre afkorte den med nogle 1000 år, følger ikke deraf, at stenalderen i Danmark er ligeså gammel.

Forholdet mellem land og hav synes i Danmarks stenalder at have været noget anderledes end nu. Isefjorden var mere udgrenet og havde flere forbindelser med Kattegat. Den danske halvøs vestkyst havde måske andre linier end de nuværende.

I østersdyngerne læse vi nu især efter *Steenstrups* granskninger en hel liden fortælling om oldfolkets skik. Omkring Isefjorden samt i Jylland ved Limfjord og Mariagerfjord sees 12—30 fod over dagligt vande banker og lag af sammendyngede østersskal og andre spiselige muslinger som blåskjæl og hjertemusling. De er blandede med redskaber af flint, potteskår, derhos kulstykker, ben som er knuste og splittede synligt i den hensigt at udtage marven, og som tilhøre kronhjort, rådyr, svin — eller fugleben, fiskeben. Der findes spor til, at de mennesker, som lod sådane „kjøkkenmøddinger" ligge, har kjendt brugen af ild, har kogt i lerkar, stegt østers. De havde hunde med sig således som Grønlænderen, og hundene har bidt led-enderne af fugleknoklerne og gnavet på pattedyrenes knokler. Også kæmpe-oxen (bos urus) har levet på denne tid, thi dens ben findes derimellem. Folkene levede selskabeligt sammen, levede af jagt — hvorom pilespidserne vidne — af fiskeri — hvorom østers-skaller og flyndre-skeletter vidne. De yndede marv ligesom Eskimoen og Lappen nu, og de havde redskaber af flint og ben.

Dette samme folk, som holdt måltider på kysterne, når de måske til visse årstider drev på fiskeriet, jagede også i skovene og have ladet andre redskaber ligge efter sig i tørvemoser og gravkamre.

I samme fjerne tid har efter *Forchhammer* sænkning foregået på Danmarks vestkyst. Ved Husum fandtes i 1843 ved havnegravning i de lave strækninger under „watten" (pag. 84) først $3\frac{1}{2}$ fod marsk-ler, så $3\frac{1}{2}$ fod svampet tørvejord, så $3\frac{1}{2}$ fod lag af grene og

stammer, især birk. Etsteds fandtes, at stammerne havde rod i strandsand med skaller af hjertemuslingen, et andet sted fandtes spor af en gravhøi (?) og flintsager. Gravhøien hunde ikke være opkastet i søen, men på stranden. Birkeskov groede op om den og sank atter. Torvmyr lagde sig dernæst derover, og havet skyllede tilsidst over med sit marsk-ler, fordi grunden stadig sank.

De samme spor af undersøiske torvmoser, som *Forchhammer* har påvist langs halvøns vestkyst, og som antyde en lavere vandstand i ældre tider, kan også følges langs Østersøens kyster både i Danmark og Skåne.

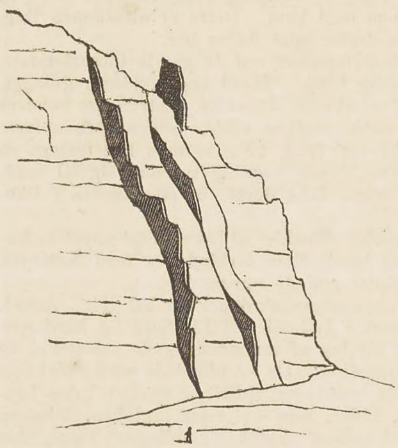
Havet gjorde alt i gamle tider indgreb på vestkysten af Danmark (pag. 98).

De store basalt-dækker i Vest-Skotlands øer, videre i Grønlands vestkyst fortæller om vulkansk virksomhed i uhyre mål efter brunkultiden. Også Islands hele ø fortæller herom. Vulkanerne åbne vor periodes tilstande. Vi har i det forudskikkede hentet flere af vore bedste exempler på vulkaner og vulkanske eftervirkninger fra dette saga'ens og naturvidundernes land. — Island med askespyeren, med Hekla, med Geisir, med jøklerne, og forud for dem med brunkul-floraen.

I s l a n d s bygning er helt igjennem af vulkansk natur. Både basalter, trachyter ligge her i strømme, der på mangen en brat dalvæg tegne sig som regelmæssige bænke. En stor del af basalt-masserne udvæltede rimeligvis gjennem spalter. Tuffe og lerlag syne sig under og indimellem dette dække.

Bygningen har i store træk et udseende af regelmæssighed, som kun lidet stemmer med „den vilde uorden“ man med uret tillægger vulkanske egne. Men Island er en høiskole for vulkaniteten. Palagonit-tuffe, dolerit og basalt, augit- og anortit-lavaer samt trachyt er Islands hovedbergarter. Basaltens blærerum er ofte fyldt med smukke mineraler af kvartsens og zeoliternes gruppe, de blive derved mandelstene (se pag. 71).

310.

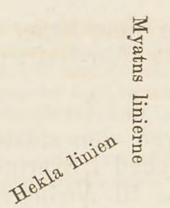


1000 fod høi væg af basalt og mandelsten, med fremragende gange, Tindastolen, n. Island.

Mange steder har trachyt (liparit) brudt frem, dannende enkelte fjeld, der rage lyse og nøgne op som spidse øer midt imellem de mørke basalters og tuffes bænke (fig. 133—134). Utallige gange skjære op gjennem de gamle lavastrømme og udbrede sig undertiden som strømme oventil. Man har talt om basaltvægge af 1000 og 2000 fods høide, men ved nøiere eftersyn viser det sig, at disse vægge er opført af mange forskjellige udbrud, og det er ikke sjeldent at finde den sande lavanatur i slige vidnesdyrd som f. ex. slakkeskorpe på basalt-bænkenes underflade. Disse vægge er spaltede fra nederst til øverst ved gange som fyldtes med de samme smeltede vulkanske og til sten størknede masser. Forvitringen og årtusinder, som gled hen over dem, har gnavet på siderne af disse gange, og de rage mangesteds op som mure på fjeldkanterne. Trachyterne er ledsagede af perlestene og begstene. Obsidian findes i strømme, hvorpå pimpsten undertiden kan sees i striber ind imellem glasmassen som skum; basalt i vældige søiler. Derhos spille de vulkanske eftervirkninger i geisirer og solfatarer (pag. 134).

Mellem tuflagene ligger fleresteds brunkul (surturbrand) og ler med planterester. Det var disse som af *Gøppert* og *O. Heer* bestemtes til blade af løn, ahorn, or, levninger af bartræ, af birk, hassel, alm, løn, endog af vinranke og valnød — hvilket tyder på et mildere klima end det nuværende, som kun tillader småbirk at trives som krat på hine steder. Navnlig var flere arter af disse træslags de samme, som de der findes i Tysklands *midlere tertiærformationer.*

Det hele indre er høisletter, dækkede med sand og asker samt med høie bygninger af vulkanske fjeld, der ofte er kronede med jøkler.



Mellem de vulkanske linier på Island fremtræde især tydeligt Hekla-linien og Myvatns-linierne, ikke alene i selve udbruddene, men også i opspringende spalter. Se om Islands vulkan-linier i Nyt Mag. f. Naturv. bd. 21.

Vulkanernes egne nye spalter såvelsom ældre åbne spalter findes i disse og andre linier, gjennemkrydsende Island, også de springende og varme kilder er fordelt på sådane linier, videre gangene stryge i de samme, fremdeles vulkanernes rækker, ja selve udbruddenes tidsrækker, når de ordnes i tabeller, røbe de samme linier.

Island har engang under istiden været dækket med jøkel-is i større mål end nu; tydelige spor sees efter skuring over fjeldoverfladen på steder, som nu ikke nåes af isen under dens bevægelse. Islands jøkler ligger nu enkeltvis i nordlandet, men sammenhængende på sydlandet. På sydkysten, hvor store jøkler skride ned, findes ikke en eneste havn; ingen fjorde findes her, i modsætning til øens forøvrigt indskårne kyster. (*Paykull* har givet et udkast til et geologisk kart over Island).

Ved kysterne findes tuflag med havskjæl af nulevende arter, som fortælle om stigning af landet. Island er altså dels løftet op af havet, dels er landet bygget op ved de fra dybet udstrøede og udvæltede masser; tilsidst arbeide nu fremdeles vulkaner i den skikkelse og med de kræfters spil, som tilhører nutiden.

Spitsbergen. Bären Eiland. Ingen spor af ældre formationer er hidtil fundet på Island. Derimod er sådane tilstede på endnu meget nordligere liggende ølande: Bären Eiland og *Spitsbergen.* Ved de i de senere årti fra Sverige udgangne polar-expeditioner, som først iværksattes af *Torell* og *Nordenskiøld*, er vundet et rigt udbytte også for geologien. Granskning af de ligetil havet udskridende jøkler, ishavets dyrverden, livet i store dyb, de vandrende havstrømme — alt dette kommer betragtningen af nutidens husholdning ved geologiske kræfter tilgode. Derhos får vi en stærk overbevisning både om de ældre geologiske perioders forskjellighed fra den nuværende og deres almindelige gyldighed for kloden, når vi ser her høit oppe mod polen mere end en af de store formationer, som vi kjender fra sydligere bredder.

Over Spitsbergens krystallinske skifer ligger nordligst Hekla-huk formationen, der består af grå kalksten, kvartsit og rød lerskifer, hvori ved Nordenskiølds expedition 1869 blev fundet fossile fiske. Kulkalkstenen blev påvist allerede af *Keilhau* ved fund af kjendte fossiler på Sydkap. Omtrent midt over øerne findes derimod trias, jura, kridt og midlere tertiær: trias med skifere og kalksten, hvori nautilus, keratites og levninger af fiskøgle; jura (allerede iagttaget af *Lovèn*) med lerskifer, kalksten og sandsten, hvori er fundet belemniter, ammoniter, eiendommelige arter af pekten o. fl. Over disse lag indtil og med jura'ens er grønsten udbredt som dække.

I Spitsbergens midlere tertiær, nemlig lerskifer og sandstene af stor mægtighed, var det at *Blomstrand* opdagede stenkul-lag, og plantelevningerne fra disse tertiærlag var de første, som fra disse nordlige bredder kom til Osw. Heers bestemmelse, cypres, bartrær og løvtrær som poppel, birk, hassel, endog løn og lind.

På *Bären Eilands* omtrent 300 fod høie tafelland, så vi ovenfor, er kulkalksten udbredt, fuld af fossiler, og ved stranden på n. og ø. siden under dem fandt *Keilhau* 3 eller 4 stenkul-lag, nogle fod mægtige.

Også *Grønlands* v. kyst viser (se ovenfor) stenkul og plantelevninger. Men hvad der fremfor fjeldgrunden gjør Grønland vigtig for geologien er dens dække med landis. Siden *Rink's* beretning om isens masse, udbredelse og bevægelse på Grønland har man fået øinene op for den rette forståelse af istiden i Europa. De ældre undersøgelser fra Schweizergletscherne (se „Istiden" i Fra Videnskabens Verden no. 17) var ikke nok, og de i havet seilende isflag, som man en tid der efter beråbte sig på (*Ch. Lyell*), kunde ikke bringe til overbevisning. Man behøvede et land dækket med is, ikke et hav, for at tage sikker kjending af istiden, og dette land var Grønland.

Sverige.

Om Sverige se „Populär Framställning af Geologien" af *Leonhard Holmstrøm* 1877, og „De allmännaste af Sveriges Berg- och Jord-arter" af *Edvard Erdmann* 1872.

Linien fra Kullen til Cimbrishamn afskjærer den sydvestlige del af Sverige om et eget stykke, der tilligemed Bornholm opviser de fleste

forskjelligheder i bergarter og jordbund. N.o for denne linie ligger i den større del af Sverige grundfjeld, primordial og silur og efter-tertiær. Vest for linien ligger Danmark.

Sveriges grundfjeld og silur har lighed med Norges, det første er intetsteds i Sverige blottet i så dybe snit som i Norge, den sidste har ved sin regelrette udbredelse og ved sin overskuelighed i Sverige netop været nordens geologis hovedstøtte ligefra *Linnè* til *Hisinger*, som grundlagde en klar forståelse. Sveriges kridt og tertiær har lighed med Danmarks. Det efter-tertiære i Sverige har atter en blandet natur, dels som Norges, dels som Danmarks. Derimod indeholder Sverige også dannelser fra middel-livets tid, lias og keuper. Disse udbrede sig netop omkring hin udprægede linie og udstrække sig også til Bornholm.

Sveriges mellemste og sydlige del — sydfra indtil Siljans omgivelser. *Grundfjeldet* med dets forskjellige krystallinske skifere og hyppige gjennembrud af især granit danner bund og stikker også op i dagen undtagen især på efternævnte steder, hvor det er dækket med yngre dannelser.

Kambriske (primordiale) og siluriske lagfølger hviler ovenpå grundfjeldet i de opragende bergkuller ved Venerns sydlige strand. Sådane er Hunneberg, Kinnekulle, Billingen.

Efter *Linnarson* er lagfølgen i Kinnekulle, 870′ over Venern, i orden ovenfra nedad følgende:

øvre graptolit-skifer
skifer med brachiopoder
{ sort og rød lerskifer med trinukleus
{ kalk med beyrichia
{ grå og rød ortoker-kalksten 180′
{ undre graptolit-skifer, Linné's griffelsten 30′
{ kalk med keratopyge (trilobit med tvehornet hale), få fod
alunskifer og stinkkalk-boller med olenus 56′
{ fukoïde-sandsten
{ nederst i den eofyton-sandsten 30′ } tilsammen 76′
{ konglomerat med kvartsstykker 2′ }

Linné, som i denne følge så et mønster for hele jorden, medens mønsteret endnu rækker til for de ældste lag, nævner rækken således (idet vi stige nedad):

Det øverste lag er gråberg,
det fjerde lag er skifer,
det tredie lag er marmor indesluttende forsteninger af havdyr, tilmed nu fremmede,
det andet lag er skifer,
det første lag er slibesten.

Linné's lag 1 2 3 og nederste halvdel af 4 svarer til *etagerne* i ganske andre rumlige mål, men af os *udtrykt ved de samme tal, i Norge.* Men Linnés's øverste, klippen eller gråberget, er en eruptiv, grønsten hvilende ovenpå den hele bygning af flade lag. Den har brudt op i gange og flydt over. Også til sådant eruptiv-dække findes sidestykker i det store i Norge.

Mellem 1 og 2 har Linnarson påvist pladsen andetsteds, ved Andrarum, i Øland o. fl. st. for sorte lerskifer og stinkkalk med paradoxides-regionen.

I sandstenen i det sydlige Sverige er fundet mærkerne efter de i sandet engang borende orme, arenikulites, som danner bugtede gange, og skolitus, som danner lodrette gange, samt levninger efter vækster (eofyton, plantegryet) videre brachiopoder: tydelige spor til lingula-skaller. (*O. Torell*, *Wallin* og *Linnarsson*). Eofyton og lignende såkaldte vækst-aftryk er, så oplyser *Nathorst* slæbe-sporet efter vækster, tildels også krybespor efter sandborende orme.

I det lave Øland skråner lagene ud mod Østersø-siden, og etage-bygningen sees altså på fastlands-siden. *Sjøgren* og *Linnarson* bestemte den således

øverst under jorddækket spor af chasmops-kalk	
rød ortoker-kalk med asafus-regionen	100—150'
fosfatholdigt lag med keratopyge-regionen	nogle fod
alunskifer og stinkkalk med olenusregionen	40—45'
skifrig sandsten med paradoxides regionen,	lidet synlig
og hvid kornig sandsten under havet	

Det fosfatholdige lag med små fosforitknoller og med glaukonitkorn fulgtes af *Wallin* over hele øn på den bestemte plads nærmest over alunskiferen. Den samlede mængde af fosforsyre udgjør 1—2 pct, sjelden høiere. Disse lag, som har betydning for landbruget, påvistes af *Dr. Cleve* i Vester-Gøtland. De findes i keratopyge-nivået (se Kinnekulle). Øland har således omtrent de samme lag som hine bergkuller, men skråt liggende og sænkende sig i retning mod Gotland; i denne sidste ø følger andre, yngre siluriske lag fladtliggende derover, således at de ældste lag optræde i vest og nord og de yngste i øst og syd.

G. Lindstrøm ordner Gotlands-lagene således:

i Syd Gotland øverst Hoburgs røde marmor med enkriniter,
derunder mergelblandet grå kalk,
oolit,
sandsten, . 20' mg.
nederst Østergarns kalk (m. stromatopora) 100'
i Mellem Gotland mergel og kalksten. Stora Karlsø på vestsiden viser hele mægtigheden . 250'
Wisby-gruppen indeholder de ældste lag i bratte klinter, der sees 3 led tilsammen 160'
øverst hård marmor kalk m. enkriniter,
mergel med mægtige lag af grå kalk,
nederst lys grønlig lerholdig mergel med enkelte kalklag.

Såvel hine bergkuller ved Venern som disse to øer er særdeles rige på fossiler. *Angelin* viste, at trilobiterne optræde med særegne familier, slægter og arter i de forskjellige afdelinger således at man til nød af dem alene hver gang kan vide, hvor langt man er oppe i trinfølgen. Sandstenen indeholder efter *Angelin tang-regionen*, men med alunskiferen begynder trilobiterne, altså [efter *Linnarson*] først med *paradoxides-regionen*, så kommer *Angelins olenusregion*. De derpå følgende mægtige kalk og skifer indeholder *asafusregionen* og derpå *trinukleus-regionen*. I Gotlands mægtige lagfølge derimod kommer endnu *kryptonymus-regionen* til. Pag. 151.

Fremdeles fortsætter Norges sandstene fra sparagmit-etagen indover Dalerne ved vestre og østre Dalelven, hvor den erkjendtes af *O Torell*. De er gjennembrudte af porfyrer i et større felt ved ø. Dalelv. Midt i dette porfyr-felt ligger Elfdalen. Også grønstene bryde hist og her igjennem sandstenene ligesom i Norge ved rigsgrændsen.

Silur ligger også i en krands ved Siljan sjø, omkrlng Siljans granit og porfyr optræder disse lag i etager med fossiler (*Törnqvist*) og slutter sig, steilt stående eller selv foldede, om dem således som i Norge de samme lag ved de samme eruptiver (*O. Torell*).

Når Gotlands række med dens kalkstene og mergler tænkes lagt tilligemed sit indhold af fossiler ovenpå Kinnekulles forskjelligartede lag, da fremkommer en næsten samlet række med hine *Angelins* regioner af forsvundne dyrformer — og det er på noget nær den række, som findes ved Kristianiafjord, dog her sjelden i regelret trappe, men med de forskjellige regioner kastede om hverandre i bølgerne, som dukke op og ned og i førstningen ganske forvirre blikket.

Men i Skåne er foruden spor af silur også andre lagsystemer udbredt. *E. Erdmann's* udsigt over Skånes kulformation viser os, hvorledes gneisen ender i linien mellem Kullen og Cimbrishamn, omsluttende en kridt-fyldt bugt ved Kristianstad og en med den kulførende formation fyldt bugt ved Engelholm. Derpå lægger sig, mellem Ystad og Cimbrishamn på den ene side, Landskrona på den anden,

kambriske og siluriske etager, nemlig først den ældste kvartssandsten, dernæst alunskifer, ortokerkalk og spor af de næst følgende. Flækkevis forekommer en rød sandsten leiet over siluren i fordybninger. *B. Lundgren* fandt i denne Øfveds sandsten endnu (Ludlow fossiler) chonetes striatella m. fl. Og endnu mellem Ystad og Lund dukker grundfjeldet op som en øformet ryg, Rommelleklint.

Udenfor denne linie ligger kridt, omkring 500' mægtig. Derhos er i små felt den kulførende formation (Ræt se pag. 182) kjendt, udfyldende fordybningerne navnlig ved Helsingborg og Engelholm. Plads nederst under kulformationen synes at tilkomme Hørs sandsten og konglomerat, som dels er vakker slibesten, dels fuldkommen sparagnitlignende (pag. 76). Kulfeltet selv består af sandsten, skiferler samt flere stenkul-lag indtil 4, ledsagede af ildfast ler (pag. 83) og jernler, hvilket sidste modsvarer de i stenkulfløtser så sædvanlige lerjenstene. Den vigtigste del af feltet synes at være omkring Höganäs, hvor det betydeligste kulfløts når 4 fods mægtighed, om de medfølgende skiferfliser medregnes. Kulformationen er 800'.

Udbredelsen og begrændsningen af disse så høist ulige formationer syd om grundfjeldets linie er for største delen betinget ligetil af dislokations-linier med spring på flere 100 fod, hvilke spring naturligvis i kulfløtserne må opspores. Men de skjære helt gjennem landstykket i hovedretning n.v.—s.o. fra Helsingborg og Kullen til Ystad og Cimbrishamn. Navnlig følger dislokation Øresunds kyst mellem Höganäs og Helsingborg. Erdmans profiler vise, at kysten falder af i knæk med denne dislokation. Også andre sæt af forskyvninger tværs imod sees, således mellem Ystad og Cimbrishamn. Overhovedet viser E. Erdmann's kart over Skåne, at disse dislokations linier opskjære landstykket i ruder.

Sveriges *tertiær-formation* optræder kun som pletter ligeoverfor Danmark, således i Sveriges s. v. odde ved Falsterbro. Den indeholder ravstykker ligesom de tilsvarende dannelser i Danmark.

Den *eftertertiære formation* dækker store strækninger i det sydlige og mellemste Sverige, navnlig ligger den over et bælte n.o.—s.v. over den bedste del af Sverige, fra Gefle og Dalelvens udløb over Mälaren, Hjelmaren og Wenern; derhos sydligst i landet over Hallands, Kristianstads og Malmøhus län. Den siden 1858 for sig gående svenske geologiske undersøgelse har lagt alle formationens led skjønt tilskue i store karter. På disse karter fremtræder de så meget omrygtede *åsar*, lange sand- og grusrygge, der høine sig fra det omliggende. I den vestlige del af Syd-Sverige er påvist som såkaldte hovedåser, lange rækker, hvoraf Upsala-åsen, Enköpingsåsen, Badelunda, Strømsholms, Köpings, Norköpings. I Upsala-åsen ser man, at stenstykker, tilhørende Gefles omgivelser, er flyttet sydover sålangt som til Mälaren; i den 3die, 4de og 5te nævnte sees, at porfyr- og sandstenstykker fra Dalsland er flyttet helt ned til Nyköping län; og i Norköpingsåsen sees, at sandsten, som findes ved Hjelmarens v. ende, er flyttet fra Hjelmaren helt henimod Norköping. Hovedretningen for disse, som overhovedet for åserne i den østlige del, er n.n.v.—s.s.o., derimod for åserne i den vestre del n.n.o.—s.s.v. (*A Erdmann*).

De i fjeldgrunden indskurede furer stryge omtrent i samme hovedretninger, det er: landisens bevægelse foregik i samme retninger. At åser må have ialfald noget tilfælleds i dannelse med moræner, kan derfor neppe nægtes. Men at de lag af sand og rullesten, som viser sig i åsernes overflade indtil dybt ned i deres indre, er afleininger under vand, dette er ligeså sikkert. Og så vidt turde opfatningen i Sverige og i Norge enes om disse dannelser.

Sveriges eftertertiære dannelser er, ligesom Danmarks, vidner om istiden, men tydeligere og mere talende formedelst sammenhængen med fjeldene, hvorfra landisen gled ud i det omringende kolde hav. Sydligst i landet kan vel endnu alt herhenhørende sættes ligt med Danmarks, lidt nordligere derimod bliver ligheden med Norges forholde på samme bredde fremtrædende.

Det løse dække fra Sverige fortsætter over *Finland.* Når man mærker sig i Finland disse 4 punkter i deres indbyrdes beliggenhed

Uleåborg

Wasa

Wiborg

Helsingfors

da kan erindres, at Finlands ligeså meget omrygtede ås-rygge stryge dels i retningen Wasa-Uleåborg ved den botniske bugt, men et stykke inde i landet, dels nogenlunde i retningen Helsingfors-Wiborg ved den finske bugt, og at en hel del andre række sig imellem og næsten lodret imod disse i retningen Wasa—Helsingfors og Uleåborg—Wiborg (sammenlign *Wiik* om Finlands geologi).

På samme vis som Norge blev også Sveriges opragende klippegrund skuret under den kolde tid af landisen, som slikkede over fjeldet og lod moræner ligge; *v. Post* og *Erdmann* har først gransket flere herhen hørende forholde i Sverige — og tidligere end de (1858) stod i sit rette lys i Norge. Også efter den gamle havstand mindst 500 fod høiere end den nuværende blev i Syd-Sverige talende spor påvist.

Lovèn har nylig påvist et nyt mærke efter den gamle istid i norden. Han har i flere levende skaldyr, der nu holde til i Venerns og Vetterns dybeste grunde, gjenkjendt oprindelige havsdyr, som egentlig tilhøre enten Ishavet selv eller Østersøen, hvilken sidste også endnu holder flere sådane dyrformer tilbage.

Lovèn samler disse mærker til et bestemt billede for betragtningen: Det isdækkede norden sank mod slutningen af tiden dybere ned i havet, og dette stod således op indtil 500 fod over den nuværende stand. De gamle moræner og den før skurede klippegrund kom derved med de lavere egne til at ligge under hav. Ligesom Mjøsen i Norge var den inderste bugt af den meget bredere og længere indtrængende fjord, som nu ender ved Kristiania: således ragede i hin tid af Bohus-län kun enkelte skjær frem, Venern og Vettern var dele af det hav, som vestfra stod ind mod Vermland og Dalsland. På den anden side trængte Østersøen ind over Øster-Gotland og Dalsland. Men Østersøen var til samme tid ikke lukket mod nord. Der var en forbindelse tilstede med Hvide-havet over den landstrækning, hvor Ladoga og Onega nu ligger. Ø. for disse søer har man endnu tydelige spor i lag, som ligge 150 for over havet, men fulde af Ishavets skjæl. Af denne grund altså kommer de nordlige dyrformer i Østersøen og med dem hine overlevere i Vettern og Venern. Thi da havet atter trak sig tilbage ved ny stigning af landjorden — den der endnu tildels fortsætter i det nordlige Sverige — efterlod havet dele af sig i fordybningerne, og med vandet tillige dyrlivet. Størsteparten af havsdyrene var ikke istand til at overleve forandringen, idet søerne fyldtes med ferskvand; men nogle få former kunde skikke sig i de nye tilstande, og det er sådane, som forplantede sig og endnu leve

ikke alene i Østersøens næsten ferske vande, men også i Vettern og Venern.

Om Sveriges *nordlige del* vides for tiden måske lidet med sikkerhed. Fra Trondhjemsfjorden indover til Storsjøen i Jemtland strækker sig vel de samme afdelinger som i Trondhjems stift.

I Jemtland har Linnarson vist at fossilerne endnu ordne sig i den sydfra kjendte følge, nemlig således:

Pentamerus-kalk
chasmops-kalk med graptolit-skifer
ortoker-kalken
undre grapolit-skifer
keratopyge-kalk (?)
alun-skifer
kvartsit.

En stor del af det nordlige Sverige er, såvidt vides, mest grundfjeld og eruptive bergarter meget overdækket med løsere jordslag.

Norge.

Man har i Norge vænnet sig til at tale om det nordenfjeldske, det vestenfjeldske og det søndenfjeldske eller østenfjeldske. Det er en bekvem tre-deling, som også har støtte i to naturlige grændser, nemlig Dovre og Langfjeldene, ligesom inddelingen Sverige—Norge har tildels nogen støtte i en ikke lidet fremtrædende naturlig grændse, som fra gammel tid kaldes Kjølen. Med det geologiske kart for øie (geologisk oversigtskart over det sydlige Norge 1877) vil man imidlertid se, at en inddeling i det nordenfjeldske, det centrale og det sydlige er den, der tilbyder sig ved selve bygningen. Den første er en geografisk, den sidste en geologisk inddeling.

Keilhaus kart 1849 er det første og var længe det eneste geologiske kart over hele Norge. Af dette kart samt i de vidtløftige opregninger af iagttagelser, som findes i *Keilhaus* „*Gæa norvegica*“, kunde man søge et overblik over hele landet, således som det dengang stillede sig. Den franske udgave af dette kart med nogle tillempninger er udgivet af *Durocher*.

Den geologiske undersøgelse, som siden 1858 har været i gang i Norge, har med 1865 nået frem over det søndenfjeldske. Siden Sommeren 1866 har man også begyndt med det nordenfjeldske og vestenfjeldske. Alt hvad vi for tiden tør udsige om Norge som helhed og om de store forholde i almindelighed støtter sig her til den opfatning, hvortil undersøgelsen ved kartlægning og optagelse af profil er kommet.

Det nordenfjeldske Norge får vi regne nordfra og til Dovres linie, det omfatter således Finmarken, Tromsø, Nordland og Trondhjems Stift. Det vestenfjeldske Norge får regnes på vestkanten fra Dovre og sydover til der hvor Langfjeldenes skiferetager styrte sig ud i havet, idet de bøie af mod vest fra landets høideryg. Dette sker n. for Stavanger, omkring Årdal og Jøsund-fjord. Det vestenfjeldske kan siges at udgjøre Bergens stift.

Den søndenfjeldske — som også med ligeså stor ret kan kaldes det østenfjeldske — bliver da alt det, som ligger syd for Dovre og hin sidste udbøining af Langfjeldene samt øst for Langfjeldenes hovedretning, eller det bliver Kristiania- med Hamars samt Kristiansands stifter.

Da der i det foregående hyppig er hentet exempler fra Norge, og da ligeledes de vigtigste bergarter, mineraler og fossiler er nævnt på sit sted, hvorhos også flere almindelige geologiske forhold er omhandlede: skal nu ikke i det følgende sådant gjentages, men kun henvises hvor nødigt er.

Det søndenfjeldske

ligger mellem Dovre i nord, Kjølen i n.o., Langfjeldene i vest. Mod s o. hænger det ganske sammen med Sverige uden nogensomhelst naturlig grændse.

Dette landstykke er afmærket ved følgende naturlige grændser: længst n.o. ligger Kjølens linie med Vigelfjeldenes kjæde og lange fjeldmarker, der udbrede sine høieste flader på grændsen helt ned til Faxe-fjeld. Mod nord stryger Dovres retning tværsover landet. Mod vest ligger flere fjeldgrupper efter hverandre, som samler sine vildeste toppe om grændsen, nemlig først Jotunfjeldene, så Filefjeld og Hemsedalsfjeldene, tilsidst de egentlige Langfjelde, der danne en opragende skifermur ovenpå det gamle grundfjeld midt på Hardangerviddens fjeldmark, og som stryger sydover Røldal ned i Årdals- og Jøsund-fjord.

I dette landstykke — således afgrændset — opdages snart følgende af naturen selv mærkede afdelinger:

A. *Det sydlige Norges grundfjeld* dels øst og dels vest for Kristianiafjord, Tyrifjord, Mjøsen. Her optræder store lagrækker fra den livløse tid. De afbrydes flere steds af store og små felt med eruptive masser, især granit og gabbro.

a) I øst danner grundfjeldet lige fra Trysil til Fredrikshald bunden over en stor del af søndre Hedemarken, østre del af Akershus og hele Smålenenes amter. Granit afbryder grundfjeldets lag især ved Tryssil, Kongsvinger, Fredrikstad og Fredrikshald.

b) I vest ligger grundfjeldet lige fra det centrale Norges sydgrændser og til de store søer i Telemarken: Nisser, Bandag og Nordsjø — altså over søndre Valders, Hallingdal, Numedal og Telemarken.

B. *Kristiansands stifts kystrand af grundfjeld* — i 2 dele, en del ø. for Lindesnæs og en anden v. for samme. En bred rand af den livløse tids lag er her levnet mellem kysten og det store indre granit-felt.

a) I øst sees disse fra Kristiansand til Langesundsfjorden gjennem den ydre ud mod havet liggende del af Nedenæs samt Bamle fogderi. Indentil (labradorsten for en stor del) er grændsen mærket med en række af søer som: Nelåg, Vegårds, Toke og Flåte-vand. I samme retning ligger den af *Tellef Dahll* opdagede store forskyvning ved Porsgrund.

b) I vest sees de fra Fedefjord og Lundevand til Holefjord bag det foranliggende gabbro-felt ved graniten samt Listerlandets og Jederens fladestrækninger — eller, på disse undtagelser nær altså, liggende over den ydre ud mod havet vendte del af Stavanger samt Lister og Mandals amt.

C. Det Kristiansandske store *granit-felt.* Dette indtager efter *Tellef Dahll* med gammel granit og enkelte indsluttede større eller mindre indgående tunger eller spredte øer af de gamle skifere hele den indre og forholdsvis høiere liggende strækning lige fra Laugens kilder under Hallingskarvens fod på Hardanger-vidda og udbredende sig længer s. mellem Stavangerfjord i v. til Nordsjø i ø., indtil det igjen kniber sig sammen ved Lindesnæs. Denne granit er således bunden i de høiere og indre dele af Stavanger amt, Lister og Mandals amt, Nedenæs samt Bratsberg amter.

D. Det centrale Norges område af kvarts- og sparagmit-fjeldet samt de overliggende etager: sandstens-etagen, lerskifer og blåkvarts samt høifjeldskvartsen i et bredt bælte over landet fra Vigelfjeldene og Faxefjeld i ø. til Jotunfjeld og Hemsedalsfjeldene i v., altså en stor del af Østerdalens, Gudbrandsdals og Valders-fjeldene, videre ud til Sognefjordens og Hardangerfjordens og Stavangerfjordens indre arme og øer.

a) Længst i øst sees kvarts- og sparagmit-fjeldet mellem Fæmun og Mjøsen

b) i syd kommer en rand af sandstensfjeld fra Tryssil til Mjøsen og videre,

c) glindsende skifer og blåkvarts råder dernæst over fjeldmarken fra Gudbrandsdal til Sogn, Hardanger og Stavangerøerne, og båret af disse lagrækker udbreder sig

d) høifjelds-kvarts og skifer.

Disse etager afbrydes mangesteds af såvel store felt som små kupper med granit, gabbro, labradorsten, grønsten.

I n. støder det trondhjemske skifer-felt til, der i sin helhed hører til det nordenfjeldske.

E. Kristianiafjordens siluriske etager. Disse findes langs vestsiden af Kristianiafjord og dens retnings fortsættelse lige fra Langesund og Skien til det centrale Norges sydrand nemlig i Vangs-åsens linie tværs over Mjøsen. Med primordiale lag nederst, alunskiferen o. fl. dernæst med undersiluriske, ortoker-kalken o. fl., videre med oversiluriske, pentamerus-kalken o. fl., tilsidst med en sandstens-etage og konglomerat, sno sig disse etager i skjønne lag om store eruptive masser af yngre granit, syenit og porfyr-fjelde. Grevskaberne, en del af søndre Bratsberg, søndre Budskerud, søndre Kristians amter samt Hedemarken hører til denne afdeling.

F. De løse jordslags felter, som indtage såvel sletteland, dalbund og vasdrag som mangen høidestrækning rundt om i landet — i 2 hoved-afdelinger, nemlig:

a) De felter, der mærker hav, *de marine felter*, indtil i det hele taget omkring 5—600 fod op, med ler- og sandlag fleresteds fulde af hav-skjæl og kuvunger, med spor af gamle havstande o. s. v.

b) De felter, som ligge over den gamle havstand, *indlands felterne* med aur og sand, fast uden større lerfelt og uden fossile havsdyr.

De største af felterne *a)* sees n. og s. for Øiern i Romeriget og Smålenene, n. for Tyrifjord over Ringeriget, på Listerland og på Jederen.

De største af felterne *b)* sees mellem Mjøsen og Tryssil. Ellers findes de på fjeldmarkerne og i vasdragene rundt omkring i alle de opregnede naturlige afdelinger.

Disse det søndenfjeldske Norges forskjelligartede landskaber er ikke på alle kanter strengt afgrændsede mod n., v. og ø. Tvertom, en forbindelse med det nordenfjeldske kommer istand ved de *trondhjemske afdelinger*, som strække sig fra Dovres linie samt Rundans og Hummelfjelds fod nordover lige til Throndhjemsfjorden og Snåsen.

Forbindelsen med det vestenfjeldske kan følges gjennem de høitliggende lerskifere og høifjeldkvartsen, som udbreder sig i Lyster, Sogndal, Vos og Vikedal, til Bergens halvø. Ligeså lidt er Norge skarpt afgrændset fra Sverige uagtet Kjølen. Det centrale Norges sandsten i Faxefjeld har videre udbredelse østover, og i de lavere strækninger ø. for Kristianiafjord med deres ler- og sand-sletter og opstående åsrygge af granit og gamle krystallinske skifere glider billedet ganske over til den tilgrændsende del af Sverige.

Kjølen. Vestranden. Dovre. Langfjeldene.

I den forudskikkede del af fjeldlæren fremtræder den kjendsgjerning, at fjeldene i deres nuværende skikkelse er tilblevne ikke alene ved kræfterne, som nu vise sig i vedligeholdelses-arbeidet og jævnlægningen, men ved store omvæltninger og støbninger, som har sat mærker, der omspende landene. Formationernes nedlægning til lagrækker, i bestemt orden og plads, er et; de store sammen-skyvninger over brudlinier, tegnede med eruptive masser, som vældede frem af dybet, er et andet.

Man har hos os i den senere tid villet vænne sig til den tanke, at såvel Kjølen som Dovre og Langfjeldene skulde udslettes af synet, når vi kaste et speidende blik over Norges land, og at vi skulde tage Norge kun som et stort skråplan, der vender sin sprukne høikant mod havet og sin af de rindende vande furede heldside mod s.o., mod Sverige. Denne betragtning, som udmærker sig mere ved korthed end ved sandhed, er egentlig født af hin ligeså urigtige som tit fremsatte mening; at Norge var et eneste udelt klippe-legeme, hvor ingen enkelte lagsystemer skulde kunne adskilles, og hvor alle grændser skulde løbe umærkeligt i hverandre. Anderledes lærte vi i den gamle geografi: at Norge var delt fra Sverige ved en fjeldkjæde, som hed Kjølen, og at det nordenfjeldske var skilt fra det søndenfjeldske ved en anden kjæde, som kaldes Dovre, samt at det vestenfjeldske ligger på den ene side og det østenfjeldske på den anden side af en kjæde, som er Langfjeldene, hvilke man tænkte sig fortsatte sydover langt ned i Kristiansands stift.

Denne ældste betragtning grundede sig visselig på underkjendelse af begrebet fjeldmark og høitliggende flader, men indeholder vel så meget sandt som hin nyere.

Vi tør ingenlunde opfatte Norge som „en eneste sten,“ et eneste, kun af sprækker og dale hist og her gjennemskåret fjeld. Norge er heller ikke et fuldstændigt skråplan med høikant længst mod vest. Først et stykke ind i fjordene kommer man til denne Norges høiest opragende kant, og såvel v. som ø. derfor falder fjeldet af. Såfremt vi endelig skal udtrykke os i korthed om det sydlige Norges fjeldbygning, da får det hedde: Norge består af 3 store bygningsled sønderrevne og sprukne og med stenstøv i sprækkerne. Den første grundsten er alle lagrækker fra den livløse tid, den anden sten er etagerne, den tredie sten er de eruptiv-masser, som svulmede op under hine og igjennem dem, og som væltede sig endog ud over dem. Stenstøvet endelig i disse 3 stenes sprækker og på deres overflader er blokke, grus, sand og ler på fjeldmarkerne, i dalene og over slettelandene.

Geografien har hidtil ordnet kun efter høide-forholdene, geologien kommer langsomt efter, tagende hensyn også til den indre bygning. Først når landet er fuldstændig gjennemforsket, vil det blive muligt at give en simpel og naturlig oversigt af fjeldbygningen

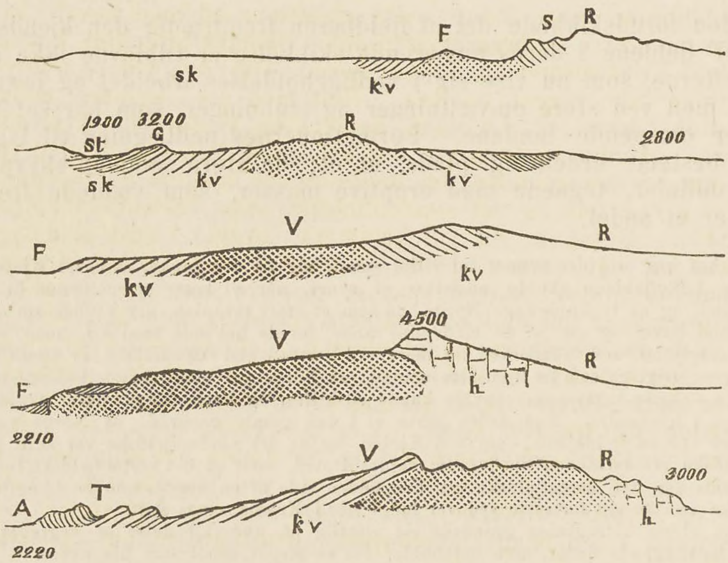
— måske med nogle drag. Men vi kjende for tiden ikke alle landets hovedstykker på lige måde. Vor fremstilling bliver derfor nu ufuldkommen.

Vi vil adskille fjeldkjæde og kjædelinier på den ene side fra fjeldrand og murlinier på den anden side. I begge slags begreber forudsættes i regelen optræden af forskjellige lagsystemer, hvis grændser nogenlunde ordne sig efter fjeldkjædens eller fjeldrandens retning. En fjeldkjædes ryg kan være smal eller bred. Den høiner sig op over det omliggende til begge sider. Men kjædelinier er også undertiden mærkede som nedtryk i fjeldlegemet, som lavere liggende tungeformede partier af fremmed bergslag. En fjeldrand derimod er den opstående kant af et lagsystem. Er vandreren vel over denne kant eller mur, da har han ofte oppe på fjeldet milelange sletter at overskride.

De gamle geografiske kjæder: Kjølen, Dovre og Langfjeldene er dels fjeldkjæder og kjædelinier, dels fjeldrande og murlinier. Og man vil sikkert hertil lægge: Vestranden.

Vi må ikke vente at finde et enkelt navn for hver af disse og andre vel mærkede fjelddrag i Norge. Ligesom der neppe er et vasdrag, som helt igjennem bær samme navn i Norge, således er det også med fjelddragene. De skifte navn og udstykke sig i denne henseende til smågrupper.

311.



5 snit tværs over Kjølen (efter *J. Hørbye*)

I midten sees rødlig granit (punkteret i tegningen), på siderne lys kvartsskifer *kv* eller tæt kvartssten, såkaldt helleflint *h* med uvis lagning, længer ud det trondhjemske felts glimmerskifer *sk*. Disse 5 snit tværs over Kjølen følger efter hverandre idet man begynder n. og ender s. I de 2 nordligste snit over Skarsfjeldene betyder *F* Fiskåklumperne, *S* Sylene, *St* Stuedal, *R* rigsgrændsen, *G* Gråsia. I de 3 sydligste snit over Vigelen betyder *F* Feragen sø, *V* Vigelen, *A* Aursuen, *T* Tufsingkniperne. Disse 3 snit går til Fjeldbolagens dal 3000′ o. h. på østsiden af Vigelen.

Kjølen. Under dette navn kan vi sammenfatte en rad af fjelde, som følger rigsgrændsen gjennem 3 breddegrader lige fra Skårdalsfjeldene og Kjølihougene i Meraker over Gluken, Skarsfjeldene, Vigelen

til Fulu- og Faxefjeld. Længst i nord er her en stærkt udpræget kjæde tilstede, hvis retning er n.—s., og som er sammensat af forskjellige lagsystemer og gjennembrudt af eruptive masser, nemlig: sparagmit-etagen midtefter, de trondhjemske skifere ud til begge sider og derhos med granit- og gabbro-masser dels i selve ryglinien (Vigelen og Skarsfjeldene), dels på sidelinier (Hyllingen). Mod syd taber kjæden sig i høitliggende fjeldmark, og med Faxefjeld går denne sidste ind i Sverige.

Kjølens formur fremtræder fra Sjækerfjeldene over Hermansnasen, Fon-fjeld og Skarven, Melshogna, Hyllingen, alt på vestsiden af den stærke kjæde.

Om Kjølens fortsættelse nordenfor Skjæker-fjeldene kan lidet siges. Såvidt nu kan skjønnes, er den også der tilstede ialfald til ind i Helgeland, men havet træder stedse nærmere, således at Kjølens kjædelinier mer og mer bliver selve Norges rand mod havet.

Vestranden. I ethvert tilfælde kommer her en ny sidelinie til — fra Romsdalsøerne, Hevnefjeldene o. s. v., nemlig nordvest-randen i Trondhjems stift. Fra Tusterøen ved Kristiansund over Aure, Hevnefjorden, Trondhjemsfjordens indløb, indtil Namsenfjord, videre mellem Foldenfjord og Namsens dal indtil Maivand —, dette er en strækning med kjædelinier, som tildels sætte granitmur ud mod havet, og som gjentages udenfor i skjærgårdens granit. Således forholder *Vestranden* sig mellem Kristiansund og Folden fjord. Om den videre udbredelse kan fortiden ikke meget udsiges. Høit mod nord kommer endnu en ny mur ude i havet til, Lofotens, Senjens og Vesterålens kystrække.

Dovre. Under dette navn, der vel ligeså lidt som Kjølen tør afskaffes, kan vi sammenfatte det brede stykke mellem det nordenfjeldske på den ene side og det søndenfjeldske samt vestenfjeldske på den anden side. Dovre er en vid fjeldmark, bygget i vest af det gamle grundfjeld og dets granit, i øst derimod af forskjellige lagsystemer med kjædelinier, steilt stående lag og eruptive masser. Stærkest således udpræget er fjeldet i Snehættas omgivelser, nemlig i vest grundfjeld, i øst de trondhjemske afdelinger, gjennembrudte af granit og gabbro. Dette stykke er det egentlige såkaldte Dovre. Længst mod øst taber dette Dovre sig i fjeldmark ved Ørklas og Tonnens kilder, som samler sig fra Høi Gien. I fortsættelsen mod vest løfter sig Dovre-randen inde ved Romsdals og Søndmørs hovedfjorde, dernæst træder Dovre ud med høit fjeld i Stat og ved Stavenesset. Sundalsfjeldene og Romsdalsfjeldene høre til Dovres ryg, Lomseggen og Justedalsbræens s.o. side er Dovres rand. Nordfjord er det dybeste indsnit midt i Dovres fjeld-mark.

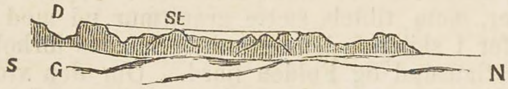
Dovres retning, som ikke er v.ø. men mere s.v.—n.o. er en herskende i Norge. Vestranden i Trondhjems stift, Langfjeldenes mest fremtrædende rand, sparagmitfjeldets nordgrændse, det centrale Norges rand tværs over Mjøsen stryger som Dovrelinien. Dovres midtpunkt er Snehætta. Til den ene side udbreder sig her det trondhjemske skiferfelt, til den anden side Langfjeldenes skiferfelt. Dovre udgjør for en stor del det første bygningsled i Norges masse, med hine skiferfelter begynder derimod den anden. Dovre samler Norges største sne- og ismasser, Langfjeldene derimod Norges høieste tinder. Kjølen træder i begge disse henseender langt tilbage.

Langfjeldene. Under dette navn kan vi sammenfatte en ovenpå grundfjeldet liggende og til anselige høider løftet etage-bygning af ler-

skifer og høifjelds-kvarts, gjennembrudt af svære eruptive masser såsom granit, gabbro og grønsten, kneisende i grupper. Langfjeldene begynder da med Jotunfjeldenes tinder og høiest liggende fjeldmarker, fortsætte i Filefjelds og Hemsedalsfjeldenes grupper samt i Hallingskarven, længer syd i de egentlige Langfjelde, der høine sig over Hardanger-vidda. Norges høieste tinder samles på dette strøg, men Langfjeldenes masse er meget bredere, den afgrændses langs Justedalsbræen, strækker sig over Sogndal, Vik og Vos. Langfjeldenes videre fortsættelse mod syd har *Tellef Dahll* påvist. De stryge til Bykle fjeld, hvor endepunktet er ad den kant. Derfra styrte de mod vest ned i lavlandet i Vikedal, Jelse og Hjelmeland. Langfjeldene er yngre fjeldstykker, som udgjør den anden og tredie store sten i Norges fjeldbygning.

De egentlige Langfjelde fra Hallingskarven og sydover har en vel udpræget men meget bugtet murlinie til østrand; længer nord derimod i Hemsedalsfjeldene, Filefjeld og Jotunfjeldene er sammenhængen med det centrale Norge ganske overveiende.

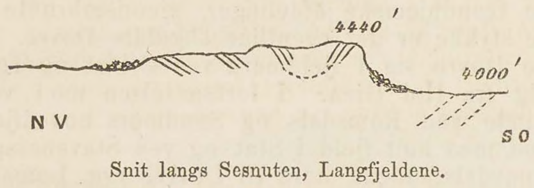
312.



Omrids af Nupseggen, Langfjeldene, syd til nord.
Dyrskard Storfon. G. granit.

Langfjeldenes kant (murlinie) sees fra fjeldmarken i øst, når man tager veien til Røldal De mange „nuper" på den sammenhængende fjeldstrækning Nupseggen, der er dækket med bræ oventil, består af grå, glindsende lerskifer samt blåkvarts og hæver sig omkring 1900 fod over rødligt farvet granit, som danner den ikke lidet bølgende fjeldmark, det såkaldte platå, et stykke af Vidda.

313.



Snit langs Sesnuten, Langfjeldene.

Når man nærmer sig Langfjeldenes mere sammenhængende kant, møder, før denne nåes, ofte enkelte udliggere, det er: ensligt liggende dele af det engang måske sammenhængende skiferdække, som udtunget kunde have nået så langt. Et exempel er Sesnuten. Fig. 313 fremstiller denne ø af skifer, opragende enslig over granitens bølgende flade. I n.v. og s.o. ved foden ligger en mængde blokke af lerskifer og granit. Sesnutens form viser for dem, der ere tilbøilige til at indgå på vedkommende teorier en såkaldt stødside vendt mod n.v., og en læside mod s.o. Man tænker sig, brugende disse navne, gjerne, at skuringen under istiden har bortført en del masse fra stødsiden. Skuringsstriber sees vistnok som så mangesteds også på Sesnutens overflade i denne retning.

Dette er måske de mest iøinefaldende ligsom tre af dem var de ældste kjendte fjelddrag i det søndre Norge. De kommer tilsyne i det geologiske kart. Men foruden disse er der også mange andre fjelddrag, kjæder, linier og strøg, som udpege sig på det geologiske

kart over det sydlige Norge: Kongsvinger-linierne, som gjennemskjærer lavere landskaber med bølgende lag med eruptive masser af granit og gabbro, alt i retninger n.v. til s o. og alt indgående fra Norge i Sverige. Fremdeles den Kristiansandske granits grændselinier, den indre i Telemarken, den ydre ved Arendalskysten; Kongsberg-graniten, Kristianiafjordens granits grændselinie — alt mere eller mindre udprægede kjædelinier eller murlinier. Det geologiske kart vil bedre og hastigere fortælle disse ting end det kan ske endog med lange beskrivelser.

Grundfjeldet.

Bergarterne i dette er de pag. 60, 61 og 75 nævnte krystallinske skifere samt kvartsit.

Kvartsit, kvartsskifer og hornblendeskifer må siges at være de herskende lag at grundfjeldet i Telemarken; hornblendeskifer og grå gneis derimod ved Kongsberg og Arendal; grønne skifere, kvartslag og øiegneis råder ved Kongsvinger. Noglesteds som i Telemarken, i Lidfjeld, Skorvefjeld, ved Sundsbarm råder kvartsit og kvartsskifer næsten alene. Også næsten sandstenagtige lag optræde imellem, ja selv konglomerater. Øie-gneis (pag. 75) og talkskifere, selv vegsten (som f. ex. i Ødemark ved Ottersviken) og mange andre afændringer høre til grundfjeldets lag. I Numedal og Hallingdal kan grundfjeldet henføres til 2 store afdelinger, en underliggende af gneis, en overliggende af kvarts- og hornblende-skifer. Derimod optræder kalk- og dolomit-lag yderst sjeldent i grundfjeldet.

Disse lag er de ældste af alle hidtil kjendte og de dybest liggende af alle. De dannedes forud for alle andre ting på jordoverfladen, om hvilke man ved nogen besked. De største felt af grundfjeldet er opnævnt under *A* og *B* pag. 243.

Det er muligt, at man vil søge at påvise (pag. 172) også i vort grundfjeld under etagen 1 spor af dyrlevninger; men det er ikke sandsynligt, at sikre spor af synlige umiskjendelige former derfra nogensinde vil kunne indbringes i musæerne og der overbevise tilskueren.

De ydre former af grundfjeldet retter sig som ved alle lagede fjeld især efter lagenes stilling (se pag. 63—64).

Sparagmit kvarts-fjeldet, sandsten-etagen, paradoxides-skifer i det centrale Norge. Etage 1.

Det geologiske kart over det sydlige Norge (1877) viser sparagmit-kvarts fjeldets udbredelse fra Fæmun til Våge, fra Tryssil til Birid og Land, indtagende det største rum øst i det centrale Norge.

Bergarterne er: hvid kvartsit og kvartsskifer, Rundan og Atne-Sølen i n., Snipen ved Glommen i s. Rendalen ved Storsjø; rød sparagmit i Glomdalen ovenfor Kopang, Rendalen og ved Fæmun; grå sparagmit fra Tryssildalens vestside ved Smeia over Osen til Gudbrandsdal, ledsaget af rød sandsten, grovt konglomerat, dette sidste navnlig synligt ved jernbanelinien (Åmot), ved Mjøsen (Birid og Håkenåsen), i Gausdal (Evenvoldkampen) o. s. v.

Medens de store kvartsfjelde Rundan, Atne-Sølen, Snipen o. fl. hidtil skydes af forskjellig opfatning ind på forskjellig plads, er den grå sparagmit det dybest liggende led i dette store felt, og dybt nede mellem sparagmit og konglomerat optræder den mægtige Birid-kalksten, som kan følges fra Torpen over Birid til Åmot og Smeia.

Den røde sparagmit, som ligeledes gjemmer mægtige kalklag dybt nede mellem sine lagrækker, synes i nord at svare til grå sparagmit i syd.

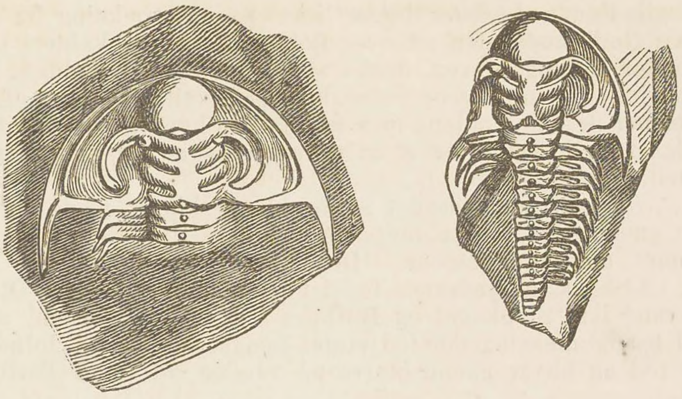
Mægtige lerskifer-tykkelser deltage også i bygningen med de grå grove eller finkornede sparagmitlag. Tagskifer-brud i Øier er åbnet på disse lerskifer, hvis skivning eller skifrighed ikke må forvexles med lagene, således som man synes at have lettest for at gjøre. Om man stiller nogle bogstaver Z ved siden af hverandre, fremstiller den skrå streg skifrigheden, således som den skjærer (det fladt bølgende lag mellem) over- og under-stregen. Hvor kvartsen råder og intet løst jordsmon af bedre slags ligger over, er fjeldmarken gold i denne etage. Lerskiferne gjør herfra undtagelse.

Den sydligste og ældste del af det centrale Norge *D*. Lagstillingen danner dels tafelland, dels de skråt heldende lags former (pag, 63). Mægtigheden er i Østerdalen mindst 2000 fod, større hvis man lægger Sølen ved Elvedalen til grund. Mod syd og mod vest overdækkes sparagmitfjeldet af sandsten-etagen i Kletten, af blåkvarts og lerskifer i Gausdal og vest ved Losna.

Den store mængde feldspat- og kvarts-brudstykker, som findes i „gråvakke“ og sparagnit, hidrører vist fra en gammel granits ødelæggelse. Også glimmeren, denne granitens tredie hovedbestanddel, findes igjen i denne etages lerskifer i sønderslidt tilstand. Lerglimmerskifere er udbredt især mod vest i Fåberg og Gausdal, hvor de vexler med kvartsitlag. Øverst i etagen ligger mangesteds et mægtigt konglomerat, hvis kvarts-rullestene skrive sig fra ligeledes ødelagte ældre kvartsfjelde; men også afrundede stykker af lys grå gammel granit sees mellem disse. Et af de mærkeligste brudstykke-berg, som findes i denne etage, er „Rostens brekcie“ i Gudbrandsdalen. Her møder på en linie, hvor høifjeldskvartsen ligger klemt med steile lag op imod sparagmitfjeldets vandrette lag, medens lerskifer-etagen til samme tid forsvinder, et berg, der helt igjennem er brudstykker. Mellem disse kan man udtage håndstykker af grå og rødlig kornet granit, af stribet granit o. s. v. Levninger af planter eller dyr er hidtil ikke fundet nogetsteds i denne ældre etage 1. Vistnok er fossiler fundet ved Høgberget i Tryssil midt inde *imellem* alle disse fjelde, men fossilerne tilhøre en udligger af lerskifer- og kalksten-etagerne 3 og 4.

Sandsten-etagen og *paradoxides-skifer*. Fra Frengen, Fulu- og Faxe fjeld på Kjølen over Tryssilfjeld til Kletten ved Glommen, videre over Vangsåsen til Ringsaker ved Mjøsen ligger en etage af rød eller rødspettet sandsten, hvid eller rødspettet sandstenskvarts og øverst noglesteds grøn lerskifer langs med det centrale Norges rand.

Mellem Kjølens sandstene samles brynestene. I Kletten og ved Ringsaker optræder de første fossiler i denne øvre afdeling af etagen 1 (efter Linnarson og W. Brøgger). Det er trilobiter: olenellus (nærstående ved paradoxides), arionellus, videre brachiopoder: discina.



Olenellus (paradoxides).



Arionellus.

Sort lerskifer med diktyonema, blåkvarts, glindsende skifer og høifjeldskvarts med skifer i det centrale Norge.

Medens sparagmit-kvarts fjeldet råder i den østlige del af det centrale Norge, er i hele den vestlige del andre lagrækker udbredt over Gudbrandsdals og Valders fjeldmarker, over Vidda, ind i Bergens stift, udbredende sig i Vos, synkende ned tilsidst i Stavangerfjordens øer.

Disse lagrækker findes i det centrale Norge på høifjeldsvidderne i to svære trin eller afdelinger: den nederste mest med glindsende, undertiden også med sort lerskifer, den øverste mest med forskjellige, ofte stribede kvartsskifere. Derhos findes kalksandstene især på et trin midt imellem begge afdelinger.

Blåkvarts — svarende til sit navn, blå, undertiden en tydelig sandsten, ofte en kvartsit — følges fra Losna og Gausdal til Land, over Tunsåsen og Valders til Hallingdal, videre mangesteds over Vidda til Hårteigen (*W. Brøgger*).

I sorte lerskifer på Vidda under Hulbergets blåkvarts just på grændsepunktet mellem de 3 stifter Kristiania, Kristiansands og Bergens, fandt *Tellef Dahll* diktyonema rigeligt udbredt i netformede tegninger på skiferpladerne. Da blåkvarts og sort skifer har en i det hele taget horizontal udbredelse fra dette punkt 4000′ o. h. og kan følges til Tunsåsen (i 2500′ nivå), hvor ortokerkalken (etage 3) ligger over, så ordner dette ene fund af et eneste fossil langt. Diktyonemaskifer kjendes ellers i Kristiania-feltets etage 2, men det tør være uvist indtil videre, om Hulbergets er den samme.

Over blåkvarts kommer fleresteds *kalksandsten*.

De glindsende *lerskifer* ligger især på en strækning fra omkring Ringebo i Gudbrandsdalen ud over fjeldmarkerne til Valders og Hemsedal, under Hallingskarven, derfra sydover med Langfjeldene og ud i Stavangerfjord på Røldals og Suledals sider ligetil Stavanger og Karmø. Mægtigheden er i høifjeldene især ud mod v. hyppig omkring 1000 fod. Den hele etage bærer præg af at være forvandlet og nu at fremtræde i fremmed dragt.

Høifjelds-kvartsen, ledsaget af hornblendeskifere, nogle dolomit-lag og visse gneisagtige skifere, indtager et høiere trin ovenpå hint første, mest rundt om Jotunfjeldene. De udbrede sig fra Sel ved Rundans fod i ø. til Skagastølstindernes fod i Fortun mod v., og fra Otta-vands sydlige rand i n. til Skaget og Bitihorn i s. Mægtigheden, som ved Elstad i øst er omkring 600 fod stiger længst mod vest i Jotunfjeldene til 1000 fod og bliver endnu større på randen ud imod Fortun, indtil 3000.

Medens lerskiferne ved at smulre giver gode fjeldbeiter i høiden og kornland, hvor de synke ned i dalene på solsiden, er såvel blåkvarts som høifjeldskvartsen gold og mager. De bedste tagskifer i Valders og Land tilhører de øvre partier af hin underste afdeling.

Alunskiferens etage. 2.

Denne etage, som også kan nævnes diktyonema-skifer og olenuskalk, da de sorte lerskifer i et vist trin indeholde *diktyonema*, og da den ledsagende sorte kalksten indeholder trilobiter af *olenus*-typen, ligger nærmest over grundfjeldet omkring i Kristianiafjordens siluriske egne. Den består her især af sorte lerskifer eller *alunskifer* (pag. 77), hvori ligger dels enkelte lag dels store boller af sort *stinkkalk* („svinesten“ pag. 78), undertiden stænglig afsondret som *antrakonit* (pag. 37).

Således finder vi den ved Langesundsfjorden, i Skiensegnen, i Sandsvær s. for Kongsberg, i Modums dal, Ringeriget, Hadeland, ved Kristiania, ved Mjøsen ligetil Ringsaker. Af de former, som i det foregående er omtalt, kan for disse lag nævnes især mosdyr og trilobiter.

Såsom: af mosdyr flere arter af *diktyonema* fig. 275, af trilobiter mange arter af slægterne *olenus* såsom o skarabæoïdes (fig. 198) og agnostus såsom a. pisiformis (fig. 196); men også brachiopoder optræde allerede her, såsom især lingula fig. 255, discina fig. 256.

De øvre etager 1 samt etagen 2 med deres fossiler svarer til Potsdam-perioden i Amerika (pag. 173). Vi sammenfatte disse ældste over den livløse tids lagrækker liggende etager under navnet *primordiale* (Joachim Barrande).

Navnet kambrisk, takonsk, undersilurisk o. s. v. fører af forskjellige grunde altid til strid, fordi der hersker eller har hersket tvivl om navnets berettigelse i de lande, hvor disse inddelinger først fastsattes. Her for Norges vedkommende er ikke det ene eller det andet af disse navne hovedsagen, men etage-inddelingen er hovedsagen, og for denne behøves ikke med kartet og profilet i hånden noget forsvar. *Murchison* (pag. 173) vilde ikke godkjende andet navn for ældre formationer, liggende over grundfjeldet, end silur.

Men den store kjender af gamle-livets former Barrande har påvist en primordial afdelings berettigelse, såsom intet fossil er fælleds for disse lag og de næstfølgende, ortoker-kalkens.

Yngre etager.

Hidtid overskred vi grundfjeldets og det ældste sparagmitfjelds lag uden at øine spor af fossiler. I de øvre etager 1 samt i etagen 2 omgives vi pludselig med levninger efter det første liv; granskningen af disse har derfor en egen betydning. Så gamle som end disse levninger tør være, er de dog opbevarede indtil med de mindste kjendetegn.

Ovenpå disse lag ligger i opadstigende orden endnu flere etager i det sydlige Norge (*E*). Etagerne 3, 4 og 5 svarer til den undersiluriske, 6, 7 og 8 til den oversiluriske afdeling og sandsten-etagen sættes af nogle til devon.

Høiere op imod kultiden kommer vi *her* ikke, og nogen vished for, om ikke yngre lag er forhånden, får vi ikke, da de sidste lag findes dækket af vældige porfyr-masser. Hvis sådane er forhånden, da må de ligge skjulte og utilgjængelige under disse porfyrer.

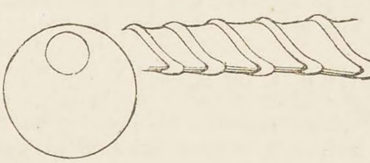
Etagerne give ved at smulre forskjellige emner til jordbunden; rene og blandede kalkstene, lerskifer, mergelskifer, sandsten ytrer i denne henseende forskjellig indflydelse, og hver enkelt egn fortjener et nøie udarbeidet geologisk kart.

I anden del er oftere vist, at den mineralogiske beskaffenhed ikke er den samme helt igjennem i hver formation eller dens enkelte led. Kalkstene, lerskifere og sandstene i alle blandinger vexle også hos os i rækken, medens fossilerne indenfor hver enkelt etage forblive de samme.

For det indskrænkede rum i distriktet *E* kan vi opstille som den sædvanligste beskaffenhed følgende:

Undersiluriske etager. 3, 4 og 5.

314.



Tværsnit og stykke af sifo af ortokeras vaginatum. ½.

Over alunskiferen følger tykbænkede urene grå kalkstene, som vexler nogle gange med mørk lerskifer. Da kalkstenen ofte indeholder en mængde store og lange ortokerer, er navnet *ortoker-kalk* bekvemt for dette led af etagen 3. Her findes, medens formerne fra etagen 2 synes forsvundne, for første gang og i tusindvis den store kefalopods skaller, af udrustning nøie som den nulevende nautilus. Og da tillige arter med tykt og ud mod randen liggende hudrør her er de hyppigste: ortokeras vaginatum, medens lerskiferen hyppigt viser graptoliter (fig. 276), der igjen er andre arter end de i de yngre etager, så kan de nævnes tilsammen som *vaginatkalk* (eller da mellem trilobiterne asafus-slægten udpeger sig: *asafuskalk*) og ældre *graptolit-skifer*, etagen 3. I Kristiania ved Trefoldigheds kirke (se vignetten pag. 225) kommer nogle af disse lag tilsyne i foldning.

I ortoker-kalkens lavere del nærmest alunskiferen er pladsen for nogle fosfat-holdige lag, forvitrende med gul hud og visende små sorte glindsende punkter, med 1 pct. fosforsyre (efter prof. *Hiortdahl*).

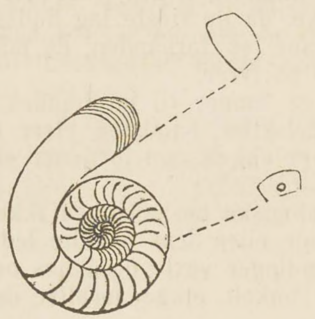
Etagen 4 er lerskifer, mergelskifer med kalkknoller og enkelte kalklag. Kalkknollerne er ofte cementkalk (pag. 84), Lagene tegne sig

stribevis med disse cementknoller, som ligger i række efter lagets retning i strøg og i fald (sammenlign pag. 85).

Medens asafus som a. expansus (fig. 199) og illænus som i. krassikauda (fig. 200) er hyppige trilobiter i 3, møder her i 4 andre såsom trinukleus-arter, f, ex. t. setikornis (fig. 203) og chasmops-arter som ch. konikoftalma (fig. 201). Man kunde altså nævne denne etage *trinukleusskiferens* og *chasmops-kalkens*, etagen 4.

Af andre fossiler er før nævnt ortider såsom ortis kalligramma fig. 250, strofomenider såsom strofomena pekten fig. 251, lingulider såsom fig. 255, gasteropoder såsom pleurotomaria subkonika fig. 231, arter af slægten euomfalus pag. 155, bellerofon pag. 157, endelig også pteropoder som teka fig. 234 og konularia fig. 235. Af kefalopoder slægten lituites såsom l. antiquissimus, mange ortokerer: o. vaginatum. o. regulare, hvis hudrør er lidet og ligger i midtlinien (fig. 208). Af cystideer: echinosfærites aurantium (fig. 265). Koraller i mængde begynde her: chætetes petropolitanus (fig. 269). Af planter: chondrites antiqvus fig. 280.

315.



Diskokeras (lituites) antiquissimus ($\frac{1}{4}$) med 2 tværsnit.

Over disse lag kommer igjen mangesteds *kalksandsten* og sandige kalkskifer, undertiden kalkbrekcie, sjelden en hård sandsten. Af trilobiter optræder her slægter som chasmops, kryptonymus (k. punktatus fig. 202) men kryptonymusarter fortsætte helt op til 8. Vi beholde derfor navnet *kalksandstenens etage*, 5.

I denne etage 5 blandes „undersiluriske" og „oversiluriske" former. Pentamerusbæltet er valgt som grændse, kun fordi det er bekvemt. Nogle arter af koraller, brachiopoder og gasteropoder er dog ganske betegnende for etagen og findes hverken nedenfor eller ovenfor. Mellem sådane kan af dem, som er omtalt i det forudskikkede, nævnes: af slægten favosites f. aspera, som har huller siddende på kanterne, men som ellers ganske ligner fig. 268, videre streptelasma europæum, fig. 273, patella antikvissima fig. 232.

Oversiluriske etager. 6, 7 og 8.

Disse kan på lignende vis efter fossilerne nævnes således: *pentamerus-bæltet* (etage 6), *koral-kalken* (7), hvilke 2 etager ikke altid kan skilles, og *kochleat-kalken* (8). Nederst findes nemlig utallige skaller af pentamerus oblongus fig. 249 i mergelskifer eller kalk, dernæst optræder kalksten med en mængde levninger af havsdyr, hvorimellem store og skjønne koraller, og øverst sees dels mægtige kalklag, dels grå, grønlige og rødlige mergelskifer vexlende med hverandre. I disse kalklag sees hyppig lange ortokerer med stort og tykt hudrør, der svulmer op og snører sig sammen for hvert luftkammer, og som derhos ligger nær randen: nemlig ortokeras kochleatum. I mergelskiferne derimod findes graptoliter, men andre arter end hine ældste.

316.



Sifo af ortokeras kochleatum. $\frac{1}{4}$.

I etagerne 6 og 7 findes også en mængde andre former. Nogle har vi nævnt før såsom: af koraller favosites gotlandika fig. 268, heliolites fig. 267, halysites fig. 270, omfyma fig. 272, cystifyllum fig. 271; af trilobiter kryptonymus punktatus fig. 202, leperditia baltika fig. 194.

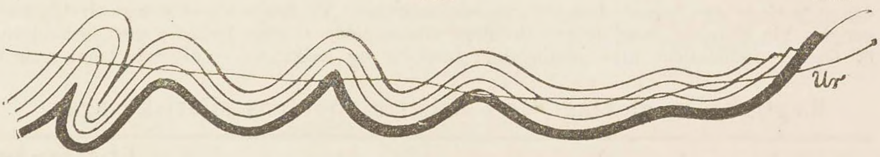
Etagen 8 med dens kalklag og mergelskifere er foruden ved ortokeras kochleatum også mærket ved mange andre fossiler.

Af brachiopoder: rynchonella nukula fig. 248, spiriferider fig. 247, chonetes sammenlign fig 254; af muslinger: avikulider som pterinea pag. 158; af kefalopoder: fragmokeras fig. 211. Blandt trilobiterne fortsætter fremdeles kryptonymus. Af koraller findes endnu nogle af de i 6 og 7, men også andre, særegne for denne etage.

Sjelden ligger i distriktet *E* hele denne række lige fra de nogle fod tykke kvartsit-lag af etagen 1 til de øverste lag i sandsten-etagen forhånden. *Tellef Dahll* har opgået en sådan samlet række i Skiensdalen og Langesunds-fjorden. Den hviler med skrå lag på grundfjeldet i vest og skyder indad under porfyrens eller syenitens masser i øst. På lignende vis optræder større dele af den hele række sammenhængende mellem Ekern og Kongsberg, i Ringeriget og i øerne udenfor Holmestrand.

Men sædvanligere er det at finde enkelte dele af rækken blottede i steile lagstillinger, som når man forfølger dem, viser sig at tilhøre store bølger, der er fremkomne derved, at det hele lagsystem er presset sammen på mindre rum, end det før indtog. Denne kjendsgjerning kan vi kalde *foldningen.* Fig. 317 er det samme træsnit, der første gang i 1854 fremstillede dette forhold, hvilket indtil da var ukjendt som grundlag for Norges fjeldbygning. Fire forskjellige etager er her fremstillede lagte over hverandre og alle over grundfjeldet (eller „urfjeldet"). Tegningen kan forestille et snit fra n. til s. gjennem Kristiania-dalen. Til venstre ved de stærkeste bølger må vi tænke os snittet forstat gjennem flere mile af granit. Derpå, efterat graniten er overskredet, fortsætter et lignende snit (fig. 291) gjennem Hadeland.

317. 4321



Ved en mægtig kraft, så fortæller denne bygning, er det oprindelige vandrette lagsystem sammenpresset til bølger, men således at hver etage med sit indhold af bergarter og fossiler beholder sin plads. Denne kraft virkede under frembruddet af de store eruptive masser, hvorom strax skal tales. Tænkes derefter afrivning og jævnlægning at være foregået, således at alt bortførtes, der lå over den trukne linie i tegningen, så kommer lagene i en enkelt del af et sådant foldet lagsystem tilsyne som i 318, hvor *a* er en saddel og *b* en skål i sluttet bøining,

318.



og hvor de punkterede buer skulle tjene til for øiet at samle de nu adskilte, men engang sammenhængende enkelte lag.

Ethvert længere profil (pag. 87) gjennem Kristianiadalens, Hadelands, Hedemarkens og Totens lag viser disse foldninger. Vi kan her ikke længer opholde os ved dem, men må henvise til beskrivelser og karter over disse egne. Ingen beskrivelse nu og ingen vandring kan undgå at møde *foldningen*, som overhovedet er nøglen til Norges lagede fjeldes bygning.

De af *Angelin* opstillede regioner, som mærkes ved særegne trilobiter, gjenkjendes således også i Norge. Etagen 2 er olenus-regionen, etagen 3 er asafus-regionen, 4 og 5 er trinukleus-regionen, 5, 6, 7 og 8 indeholder kryptonymus-regionen. Hvor foldning er tilstede vil man gjenfinde disse regioner i de forskjellige etager, alt eftersom de stikke frem i bølgerne (fig. 317).

Sandsten-etagen.

Ovenpå de yngste oversiluriske kalkstene med deres mange fossiler ligger (ved Holsfjorden, i Lier-dalen, under Kols-ås ved Bærum, ved Holmestrand, i Skiensdalen o. fl. st.) endnu over 1000 fod mægtige lag af røde lerstene, røde og grå sandstene. Intetsomhelst spor til fossiler er endnu fundet mellem disse lag, som af nogle ansees at svare til den *devoniske formation*. Den dækkes selv kun af konglomerat og derpå følger de senere fremvældede mægtige porfyr masser.

En stor forandring i den før så rolige tingenes gang må vel have foregået i den periode, da disse lag nedlagdes øverst i den store fjord, som var fyldt med siluriske lag. Istedetfor grå lerskifer og blå kalksten med en vrimmel af trilobiter, skjæl, kuvunger og koraller finder vi her underst røde tuflignende lerstene med glimmerpletter, og øverst et grovt konglomerat, som endog er afvigende leiet (pag. 86) ovenpå den hele skifer- og sandstens følge. De store udbrud, som fyldte fjorden med granit og syenit-klipper, med tafel-fjeld af porfyr og med gange af alle disse masser tilligemed grønsten — må have begyndt i denne periode og fjernet dyrlivet i havet omkring. Vi finder allerede tegn dertil flere gange i hin siluriske etage-følge: thi flere steder møde vi røde lerskifer med forholdsvis få fossiler indimellem hine almindelige lerskifer og kalkstene — allerede langt nede i

Mægtigheden af etagerne i Kristianiafjordens siluriske egne.

			I Kristiania-dalen.	I Skiens- og Langesunds-egnen efter *Tellef Dahll*.
			Fod.	Fod.
devo-nisk.	øverst liggende konglomerat		20—10	12
	samt sandsten-etagen	etagen 9	1000—1200	1000
over-silurisk	kochleat-kalk		470—400	812
	og yngre graptolit-skifer	etagen 8	400—160	
	koral-kalk	— 7	280	704
	samt pentamerus-bæltet	— 6		300
under-silurisk	kalk-sandsten og skifer	— 5	200—150	415
	chasmops-kalk og skifer med cement-knoller	— 4	700	310
	vaginat-kalk og ældre graptolit-skifer	— 3	250	610
takonisk.	alunskifer og stink-kalk ɔ: diktyonema-skifer og olenuskalk	— 2	160	16
	kvartsit	— 1	mangler.	23

rækken. Senere altså tog udbruddene til, fjernede livet, og tilsidst fulgte atter ødelæggelse af nogle af de gamle kvartsfjelde; thi det konglomerat, som ligger øverst i sandstenetagen, indeholder lutter afrundede stykker, fra tommes til næves og hoveds mål, af kvarts, ganske som strandstene. De forstyrrelser i den oprindelige lagbygning, som tydelig give sig tilkjende i de sammenpressede bøininger, der nu ligger for os som uhyre bølger — de have sluttet før konglomeratet nedlagdes øverst; thi konglomeratet ligger selv vandret over alle hine siluriske bølgers toppe. Skulde stenkul her søges, da måtte det være under porfyren. Men intetsomhelst spor er hidtil kjendt. Med dette konglomerat af uvis alder slutter i det sydlige Norge den hele rækkefølge af faste fjeldlag.

Eruptiver i grundfjeldet.

På utallige steder er grundfjeldets lag gjennembrudt af granit og stribet granit i svære masser eller af grovkornet granit i sværmende gange; især holde disse sidste til omkring grændserne af større granit-felt. Frempresningen af disse masser har været ledsaget af store bevægelser i jordskorpen. De før vandrette eller kun lidet skrånende lag i grundfjeldet reistes, brækkedes og pressedes ofte sammen. Næsten overalt, hvor de geologiske karter nu vise store granit-felt sees det tillige, at de gjennembrudte lag sno sig om disse grændser. Strøget (pag. 85) retter sig efter dem, men faldet derimod skifter, og nærmest ved grændsen er det snart udad, snart indad. Derhos ledsagedes disse udbrud vistnok af kemiske virkninger, som greb store dele af grundfjeldet og gav de oprindelige lag den høieste grad af krystallinitet, som de ifølge sit masse-indhold kunde få.

Derfor er grundfjeldet vistnok det egentlige hjem for krystallinske skifere, men det *kan* også opvise bergarter, som er mindre krystallinske. Og vi *kan* også finde krystallinske skifere udenfor grundfjeldet, nemlig der hvor lignende omdannelser foregik.

G a m m e l g r a n i t i g r u n d f j e l d e t. Mange af de nævnte omkring de store granit-felt sværmende granitgange er rige på smukke eller sjeldne mineraler. Feldspat-brud er anlagt på nogle særdeles storkornede granitgange ved kysten omkring Arendal, exempel se fig. 123.

Formerne i den gamle granits klipper er nævnt pag. 64 og 67, se også nedenfor fig. 322. Nogle af de vigtigste større og mindre granit-felter opregnes her:

1) vest for Kongsbergs grube-distrikt, stribet granit. 2) omkring Fredriksstad og Fredrikshald, grå kornet granit. 3) mellem Hallingdal og Sperillen i Valders, kornet granit. 4) flere felt i de skovrige strækninger mellem Mjøsen og Glommen. De strække sig mest i retningen n.v—s.o., således over Storsøen og Kongsvinger til den svenske grændse, samt lignende felt på den skovrige østside af Glommens vasdrag mellem Tryssil og Røgden samt Skadsen, mest stribet rød granit.

5) stærk rød granit ved Grimstad og 6) den af *Tellef Dahll* påviste hornblende-granit mellem Farsund og Lindesnæs. Også i Holtefjeld. 7) men det største af alle felt er det ovennævnte distrikt *C.* På Vidda ligger Langfjeldenes lerskifere (se fig. 312) over den gamle granits brede og bulede flader, og ø. for Nordsjø har *yngre* granit væltet sig over denne som et grundlag. Dette store felt omslutter mange halvt eller helt skilte partier af grundfjeldet, især i dalbun-

dene. De forholde sig som flag svømmende i graniten. Som ved alle eruptive bergarter er det heller ikke her ganske sjeldent at se *små* skarpkantede brudstykker af hine i denne granits masse. Feltet indeholder dels kornig, dels stribet granit (pag. 67). *Tellef Dahll* har iagttaget, at kornig granit som kjerne ofte ligger omgivet som med en skal af stribet granit. Man må forestille sig begge dele, såvel kjerne som skal, meget store, hele fjeld og fjeldstrækninger.

Kristiansands stifts heier ovenfor skovgrændsen med denne granitbund har intet indbydende udseende. Bratte, skaldede fjeldsider, nøgne fjeldmarker, kun oversåede med blokke, hist og her dækkede med myr. I lavere egne er graniten udmærket skovbund som i Drangedal, Nedenæs.

Gabbro i grundfjeldet. Mange større og mindre gabbro-felt findes i grundfjeldet ofte side om side med de gamle graniter. Nogle af de vigtigste af dem er: 1) ved Kongsberg, langs med Kongsberggranitens østrand, 2) i egnen øst for Glommen mellem de her hyppige granit-felt, 3) i Tørisdal i Telemarken (*Tellef Dahll*), 4) ved Norges s.v.-kyst — det store felt fra Farsund forbi Flekkefjord og Ekersund til det flade Jederen. Blandt de pag. 68 nævnte ændringer optræder især labradorsten i disse nøgne klipper.

Ertser i grundfjeldet.

Af det forudskikkede fremgår, at med eruptive bergarter fra dybet følger erts, dels indsprengt i disses masse, dels udsondret ved eftervirkninger på spalter, der ledsagede hine massers frembrud (pag. 202). Ligeså vigtigt som det derfor bliver for kunskaben om landene at påvise selve lagsystemerne, som udgjør deres grundvold, for at man derefter kan rette sit håb til disses indhold: ligeså vigtigt er det også at afgrændse de eruptive masser og lægge dem tilskue på karterne, da deres grændser ofte mærke egne, hvor erts bør søges, eller kaste lys over egne, hvor erts er fundet.

Den ældre *granit* omgiver sig undertiden ved eller nær sine grændser med erts-nedlag, navnlig optræder *jern* og *kobber*.

Den nævnte kyststrækning *B a* udmærker sig ved rigdom på *oxydiske jernertser:* magnetjern og jernglands. Når man følger leiestederne, finder man, at de er fordelte efter linier, som følge den store granit-grændse indenfor, og at de selv igjen ofte er knyttede til mindre granit-felt eller til eiendommelige eruptiver: således f. ex. til en egen finkornig granit-afændring, *jern-granitel* med indstrøet magnetjern istedetfor glimmer (Solberg-åsen ved Næs jernværk) eller til en blanding af granat (ofte kolofonit), augit (ofte kokkolit) og kalkspat ved Arendal, hvilken blanding, *granatberget*, bekjendt under navn af „*gangsten*“, bryder op som gange og klumper midt imellem de steilt stående, bøiede og vredne lag — eller til andre gange, indeholdende foruden flere mineraler kulsure salte *(karbonatgange)*, således på Langø ved Kragerø.

Denne kyststrækning er ikke den eneste, men var længe den vigtigste, som indeholder hine jernertser, knyttede til ældre granit. Også ved Kongsvinger granit-felt, Spitalen gruber, Kongsbergs gamle granitfelt og flere steder er enkelte jernerts-nedlag kjendte. Der er over-

hovedet al grund til at være opmærksom på disse den gamle granits grændselinier.

Undertiden sees forekomst af de samme oxydiske jernertser, dels indsprengt i visse af grundfjeldets lag, dels udsondret til renere strenge, uden at ellers nogen særegen gangsten mærker dem, men i almindelighed dog afhængige af nære eller fjernere eruptivers linier.

Også *kobber-ertser* optræde bundne til den gamle granits grændser. *Tellef Dahll* har påvist flere steds som regel forekomst af brogetkobber og kobberglands i granitgange, der sværme om grændserne — således i Telemarken og Sætersdal. Også denne forekomst er almindelig og gjenkjendes på flere langt fra hverandre liggende punkter rundt om i landet. Nær forbunden med denne er en anden, som viser kobberkis og brogetkobber i kvartsgange.

Guld i kvartsgange med forskjellige kise er fortiden kun kjendt fra Eidsvolds distrikt ved Mjøsens søndre ende på østsiden mellem de der af granit opbrudte grundfjeldets lag. Disse forekomster have hidtil vist sig som ubetydelige.

Gabbro-felterne udmærke sig ved andre ertsforekomster. *Tellef Dahll* har påvist regelen for titanjerns optræden indstrøet i gange og udskilt i klumper i det Ekersundske felt af labradorsten.

Fremfor alt fører imidlertid visse gabbro-udbrud *kise* med sig fra dybet. Ved Kongsberg synes de i falbåndene (pag. 45) indstrøede kise at være en eftervirkning efter de der optrædende gabbro-massers frembrud. Og gjennem de kissprængte partier stryge igjen de navnkundige mineralgange med gedigent sølv (pag. 49). De sølvførende gange synes imidlertid selv at være meget yngre.

Mørk gabbro er ertsbringeren ved nikkel-gruberne i Bamle, på Tyristrand, i Askim, Sigdal, Espedalen, ligesom også nordenfjelds i Sjækerdalen og i Senjen (sammenlign *T. Lassen* om Ringerigets nikkelgruber, *L. Meinich* om Roms nikkelværk). Modums og Snarums *kobolt-ertser* pag. 54 forekomme på lignende vis i falbånd; små gabbro-kupper opstikke hist og her i omegnen.

Fremdeles arbeidedes ved Kragerø på *apatit* i gange og gang-udvidelser med hornblende nær gabbro. Der brydes også på apatit-gange med glimmer i broget gabbro i Bamle. Den brogede gabbro (W. Brøgger og H. Reusch) eller *hornblende-gabbro* er brun og hvidflækket med brun hornblende og labrador. De ledsagende mineraler ved apatit-forekomsterne er især foruden hornblende og magnesia-glimmer (flogopit): enstatit, rutil, titanjern, esmarkit, magnetkis.

Eruptiver i etagerne.

Forsåvidt de nævnte eruptiver syne sig kun i grundfjeldet, kan ingen uomtvistet alders plads anvises for dem. Men samme masser bryde også op mellem sparagmitfjeldets lagrækker, mellem sandstensetagens, de glindsende skifers, høifjeldskvartsen, og derved røbe sig ialfald disse som yngre.

Dels kun i ensligt kneisende kupper, dels i milevide strækninger, hvor de noglesteds kan vises at have udgangssteder fra dybest blottede punkt, snart kun svulmende op som fodstykke for den del af lagrækkerne, som ikke opslugtes, snart endelig udvæltede ganske

strømlignende som dække over de forhånden liggende lag — sees disse eruptiver mangesteds i det centrale og sydligste Norge. Her nævnes nogle af de vigtigste:

Høifjeldenes granit og *syenit* i Hemsedalsfjeldene og i Hallingskarven, store felt. Granit langs østsiden af Engerdalens rende, og langs østsiden af Rendalens og Storsjøns.

Høifjeldenes *grønsten* og *porfyrgrønsten* i Hemsedalsfjeldene og i Tryssil, indtil yderst øst under Kjølen i Frengenfjeld, Fulufjeld.

Jotunfjeldenes gabbro. Her optræder forskjellige afændringer af gabbro, på den ene side lys labradorsten, på den anden side mørk almindelig gabbro. Massen er snart kornet, snart stribet. Jotunfjeldenes felt af gabbro bryder gjennem høifjelds-kvartsen og lerskiferne (pag. 251 og 252). Det danner en mængde tinder og høidestrækninger mellem Lom, Fortun, Årdal, Gjêndin og Vinster-vandene. Rundt omkring den større samlede masse, som ofte ligger som en vældig strøm ovenpå høifjelds-kvartsen, findes mindre kupper og felt som udliggere — mod øst ligetil Espedals-vandet.

I Lærdal, Sogn og Vos fortsætte disse eruptiver som uhyre masser af hvid labradorsten, noglesteds lige fra fjordspeilet op til tinderne.

Også *serpentin* og spor af *olivinsten* findes i små kupper mellem gabbro-felterne og i større masser serpentin i Feragsfjeldene nær Røros. Dette felt er på nogle af sine grændser ledsaget af mægtige serpentin-brekcier med brudstykker af det omliggende.

Granit og *syenit* ved Kristianiafjorden, distriktet *E.* Disse masser findes på vestsiden af Kristianiafjorden, fra Langesundsfjordens og Fredriksværns røde klipper over Drammensfjorden og forbi Kristiania til Skreia ved Mjøsen. *Keilhau* har næsten fuldstændigt afgrændset dem og lagt dem tilskue på et mindre kart. Mod vest har *Tellef Dahll* fulgt dem i en opstående rand fra Skrimfjeld s. for Kongsberg til Narrefjeld ved Nordsjø og påvist, at den yngre granit og syenit ligger væltet ud yderst mod vest på denne linie over den gamle granit. Men selv bryder disse yngre granit- og syenit-masser gjennem alle de nys opnævnte etager lige til den øverste sandsten.

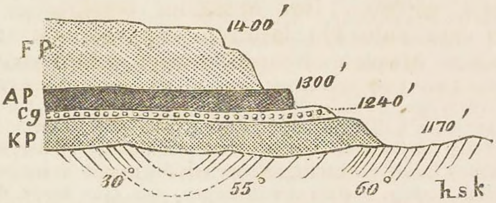
Omkring ved grændserne optræder denne yngre granit og syenit snart brat afskåret som en væg, snart med sværmende udgreninger som flette sig ind i de omliggende skifere, kalkstene, sandstene, ja selv i grundfjeldet. I selve syenitens masse ved Langesundsfjorden og andresteds findes (efter Tellef Dahll) gangagtige udskilninger med syenit af grovere korn, og i disse mange smukke eller sjeldne mineraler, pag. 30—31 de såkaldte Brevigsmineraler.

Dalsnittene omkring Drammen viser på lange strækninger den yngre granit som fodstykke under det levnede af lagrækkerne, såmeget nemlig som ikke opslugtes af den fra dybet svulmende granitmasse, men som kun forvandledes lag for lag. Etagerne er dersteds endnu efter *forvandlingen kjendelige hver med* sine fossiler.

Porfyr-fjeld sees i de samme strækninger mellem Langesundsfjord og Mjøsen. De største felt findes dels mellem Kristiania, Hadeland og Ringeriget, dels over grevskaberne samt ved Drammen. Her optræde alle de pag. 69 nævnte hovedslags af porfyr med og uden kvarts. Og de ledsages af mandelstene pag. 71 og fleresteds af mægtige brekcier med brudstykker af de gjennembrudte bergarter. Fig.

132 fremstiller Kols-ås ved Bærum. Øverst ligger der feldspat-porfyr, derunder augit-porfyr, derunder konglomerat og i foden sandsten-etagen. Fig. 319 Kroftkollen viser endnu en porfyr til. Slige vægge har lighed med Islands basaltfjeld (sammenlign også fig. 121), hvor basalt, dolerit, mandelsten og tuffe komme tilskue.

319.



Kroftkollens vestside.

FP brun feldspat-porfyr. AP mørk augitsten. KP grå kvarts-porfyr. cg konglomerat. h s k hård skifer, marmor-lag o. s. v., heldende 30°, 55°, 60° mod n. eller mod s.

De samme porfyrer optræde i mindre felt ved Mjøsen, ved Brumunelven feldspatporfyr, og i Telemarken i Høidalsmo og Brunkeberg, kvartsporfyr og augitporfyr.

Gabbro i etagerne. Også gabbro-udbrud spores midt i de siluriske etager. Imellem Hadelands i bølger sammenskyvede lerskifer og kalketager opstikke gabbro-kupper. De vakreste er Sølvsberg og Buhammeren. På sidstnævnte sted bryder gabbroen igjennem pentameruskalken etage 6. I Dignesåsen ved Tyrifjord i silur sees ligeledes gabbro.

Grønstene ved Kristianiafjord er særdeles hyppige i gange. De brydes noglesteds til brostens-hugning.

Beviser for alle disse massers virkelige eruptive natur er tilstede i småt som i stort. De eie alle de almindelige kjendetegn for sådane pag. 57, 61, 64.

Porfyrer ledsages af tuffe og brekcier pag. 74, 130. De vise ofte mandelsten — ja lava struktur. — Også ved graniterne sees, hvorledes de især langs med grændserne ofte indeholder løsrevne og omviklede småstykker foruden større partier, der ligesom svømme i granitens masse. Granit og syenit synes at være de mægtigste af disse udbrud, vi ser dem opsættende just midt imellem hine store bølger og folder, som vidne om uhyre sammenpressende kræfter. Før er nævnt, at konglomerat øverst ovenpå sandsten-etagen fleresteds er afleiet først efter hine vældige foldninger og afvigende ovenpå selve lag-bølgernes toppe. Men udbruddene var endda ikke sluttede; thi over konglomeratet igjen findes porfyrerne som fremvæltede masser.

Landskabet opskjæres fleresteds på en iøinefaldende måde ved gangspalterne, og i de masser, som fylde disse, sees granit, kvartsporfyr, syenitporfyr; grønstene. Gangene sætte op gjennem etagerne, uden at skifte natur efter omgivelserne; de kan følges fra siluren langt ud i grundfjeldet. Gjennemskjæringer vise, at kvartsporfyr hører mellem de ældste, syenitporfyr dernæst, grønstene til de yngste udbrud gjennem spalterne. Heller ikke i gangene er brudstykker fra dybet eller fra de synlige omgivelser sjeldne.

Omdannelser.

I de eruptive massers nærhed sees de gjennembrudte lag forvandlede. Således finder vi langs granitens og porfyrens grændser, at ren kalksten er blevet til marmor. På enkelte steder har de oprindelige fossiler holdt sig endnu kjendelige uagtet forvandlingen. Granat og vesuvian findes ofte i synlig mængde på grændser mellem kalkstene eller kalk-

holdig skifer og granit, syenit eller porfyr. Kalkholdige lerskifer er derimod blevet hærdet, næsten til flinthårdhed. Dette er de såkaldte „hårdskifere.“ Også i dem findes flere-steds granat udviklet. De tabte sin kulsyre, er ofte smukt stribede i forskjellige farver, ligne undertiden jaspis. Sandstene er blevne til tæt og hård kvartsit. Selv sort graptolitskifer og alunskiferen har kunnet forvandles, nær granitgrændserne er disse skifer, fremdeles sorte og indehavende sin kulmængde som før, fulde af kiastolit-krystaller. Disse gjennemgribende forvandlinger uagtet, kan fossiler sees i samme stykke.

Sådane forandringer findes på utallige steder og strækker sig ved de større granit-felt undertiden meget langt fra grændsen. *Keilhau*, som lagde megen vægt på dem, og af dem som grundlag vilde bygge en egen ny teori om „transmutationer“, omtaler dem i indtil $\frac{1}{8}$ mils afstand fra grændserne. Selv ved de almindelige gange kan ofte en rand af undertiden 1 eller $\frac{1}{2}$ tommes bredde iagttages som forandret sten. Iøinefaldende er det, hvorledes forvandlingerne stemple de forskjellige etager og lag forskjelligt.

Keilhau nægtede granitens, syenitens og porfyrens eruptive natur, overhovedet alle eruptiver undtagen vitterlige lavaer. Hans skole bytter navnet „massiver„ for eruptiver. Ifølge *Keilhau* forvandledes kalkstene og lerskifere langsomt til granit og syenit, sandsten til porfyr, alunskifer til felsitporfyr o. s. v. Masse-indholdet af bergarterne (pag. 57, 58) strider imidlertid mod. Et af de kraftigste beviser for granitens langsomme væxt af skifer og kalk søgte *Keilhau* netop i visse forandringer, der sees langs dens grændser. Han mente, at hårdskiferen havde optaget kisel og var på veien til at blive granit. Men analyserne stride herimod. Lagene optræde vistnok forandrede ved granitens grændser, men således at visse lag blev hårdere, andre ikke, alt efter deres oprindelige beskaffenhed. En af de berømteste bevissteder var Sølvsberg på Hadeland, nemlig for lerskiferens og kalkens „overgang til granit“ ved at optage kisel. Men Sølvsbergs bergart er ikke engang kiselrig: den er gabbro. Lagenes foldning omkring de eruptive massers grændser kjendte *Keilhau* ikke. Derfor hedder det stedse i denne skoles beskrivelser, at lagene er „urokkede“. Alle længere profiler vidne imidlertid herimod. Optagelse af profiler hørte ikke med til den ældre iagttagelses måde.

Ertser udenfor grundfjeldet.

Når vi samle eruptiverne gruppevis som 1) grønstene i høifjeldene samt syenit og granit i høifjeldene og i vestkystens øer 2) gabbro og saussuritgabbro i de samme 3) yngre granit og syenit 4) feldspatporfyr og augitporfyr og 5) grønstene ved Kristianiafjord: da kan det fortiden siges, at ingen ertssamling af større mål kjendes *hidtil* som knyttede til 1. Kun er høifjeldets lerskifer-etage fleresteds — således i Hallingskarvens omgivelser gjennemskåret med sværmende kvartsgange og årer, hvori er fundet anatas og nogle spor af oxydiske mangan-ertser samt blyglands og svovlkis (efter Tellef Dahll).

Derimod er såvel nordenfjelds i det trondhjemske skiferfelt som vestenfjelds ved Stavenes, i Årdal og i skiferøerne mellem Bergen og Stavanger øiensynlig knyttet kobber- og kis-forekomster til 2. Årdals kobberertser (de gamle gruber) ledsage gabbro. I kis-forekomsterne findes svovlkis (ofte med spor af kobolt), kobberkis (i regelen ikke tilstede i overveiende mængde), magnetkis (ofte nikkelholdig), derhos undertiden zinkblænde, yderst sjelden arsenikkis. Dette er samlet ikke andre ertser end Kongsberg- og Modum- falbåndenes. Kis-forekomsterne i det trondhjemske skiferfelt, i Søndhordlen o. fl. st. optræder dels på falbånds vis som imprægnationer, dels i selvstændige årer. Det ertsførende parti beskrives og aftegnes ofte som en fladtrykt stok, en „lineal“ indstukket mellem skiferne, undertiden udvidet til en „klump“.

Det trondhjemske felts kis-forekomster, hvilke som kobbererts betragtet er fattige (2—4 pct. kobber) og kun kan drives ved en klog ekonomi, findes omkring små kupper — saussurit-gabbro: Hesteklettens kuppe ved Storvarts grube (Røros), Otterstenen kuppe ved Ytterøns

grube; ved gabbro og amfibolit: Kongens grube (Røros) — eller de ligge ved store gabbro-felt eller i side-linier et stykke ud fra deres grændser, således omkring Hyllingens gabbro-felt i Tydalen, eller omkring Vasfjeldets saussurit-gabbro, Sjøla grube, Kvål skjerp ved Trondhjem.

Også ved den klokkeformede gabbro-kuppe i Tron fjeld findes kobberkis-årer på sydgrændsen. Kis-forekomsterne med svovl- og kobbererts i Søndhordlen ligger på et drag ligeløbende med Stordøens og Tysnæsøens eruptiver, og på Karmø (Vigsnæs) ved saussurit-gabbro. I Espedalen er forekomst af nikkelholdig magnetkis knyttet til gabbro på samme vis som ved de før nævnte forekomster fra grundfjeldet. Selv gabbro-kuppen Sølvsberg midt i under-silur viser et spor af ledsagende magnetkis etsteds på sydgrændsen, og i de tilsendte med gabbroen blandede magnetkisprøver påviste værkseier Johan Dahll nikkel.

Til serpentin er knyttet *kromjernsten*, indsprengt i serpentinens masse eller samlet i korte uregelmæssige årer. Serpentin optræder således kromførende på mange steder rundt om i Landet. Det vigtigste felt har hidtil været Feragsfjeldene ved Røros.

Også på *rødjernsten* brydes i et serpentin-felt, omgivet af et lidet kalk-felt, Fens gruber ved Nordsjø.

Ved den yngre granit og syenit 3 findes især forekomster af jern foruden forskjellige kise langs med grændserne, navnlig i Drammens erts-felt.

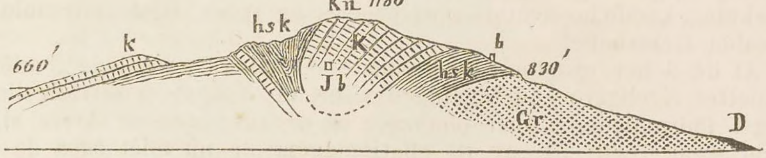
De her optrædende jernertser er magnetjern: Åserud, Narverud, Røkeberg m. fl. i Drammens felt, Skreia-gruberne ved Mjøsen, og jernglands, Åserud, skjerp, Kjærs grube (Drammen), Skreia-gruberne, den hyppigste ledsager er granit.

I de nævnte porfyrer 4 er noglesteds spor af gedigent kobber og kobbererts seet (Løvø, Guldholmen) ledsaget af prenit og kalkspat.

Ved grønstengangene 5 optræder noglesteds en vakker tilknyttet forekomst af zinkblænde, blyglands, kobberkis. I grønstengang ved Akers kirke (Kristiania) fandtes brun blænde. Men større optræder forekomsten i Drammens erts-felt. Jarlsberg værk, som i forskjellige perioder har arbeidet på de nævnte ertser, (blyglandsen sølvholdig), samt lignende forekomster (i Eker, i Sandedalen, i Hadeland, i Modum) viser ertsen ledsagende grønsten-gange (blåbest) navnlig hvor de sætte gjennem de svære kalketager 6.7.8, men altid derhos nær granitgrændsen.

Også koboltërts som glandskobolt fandtes rigeligt indsprengt i et

320.



Snit over Konerudkollen Kn til Drammensdalen D.
K kalksten oversilur med koraller, favosites, k med halysites,
hsk hård skifer med drøi granat i berøring med Gr. granit-foden.
Jb. *Jarlsberg værk*. b. skråbanens udgangspunkt.

par blåbest-gange, der gjennemsætte nogle af de nævnte jernerts-forekomster i Drammens-feltet.

Disse ertsforekomster er ledsagede hver af sine mineraler og overhovedet fordelte efter visse regler, som bergmanden ikke bør foragte. Men såvel om erts-forekomsten som om de øvrige ofte indviklede geologiske forhold gjælder det, at tingen først får sit rette lys, når man nøie gransker enkelte egne. Det første grundlag er da altid kartet og profilerne.

Foruden disse ertser sees også i små mængder på forskjellige forekomster disse: wismutglands i Drammensfelt (Narverud, Gjellebæk, ved granitgrændsen); molybdænglands ligeledes (Dale gruben) ved kvartsporfyr; manganit indsprengt i graniten ved Sætre.

Keilhau har først sammenstillet de sidst nævnte magnetjern-forekomster ved granit-grændserne som „kontakt-forekomster". Også forekomsten ved blåbest-gangene opfattedes som en sådan. „Blåbesten er en sand ertsbringer". I fig. 320 skjærer blåbest-gangene langs med snittet og komme således ikke tilsyne ved tegning.

Mineralselskabet på disse forekomster.

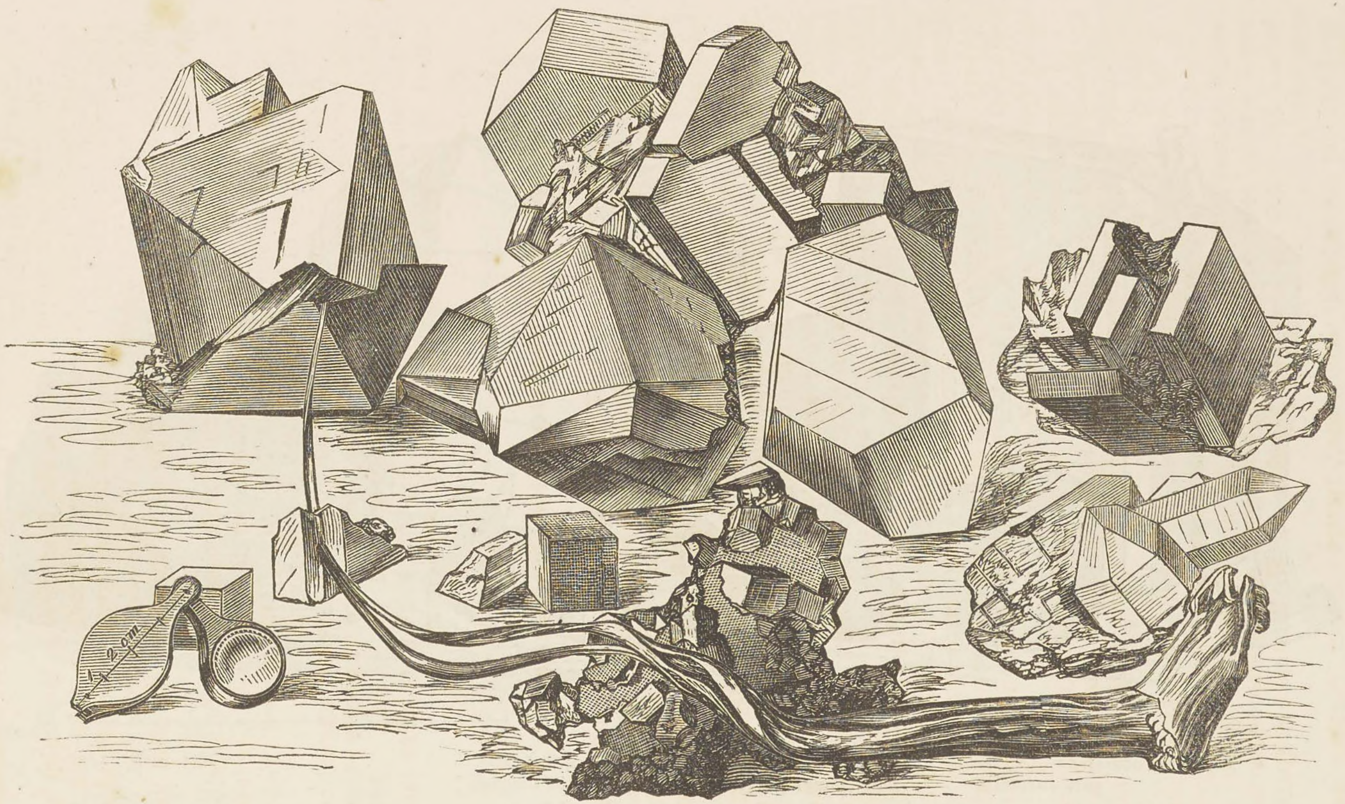
I stengangene, når de optræde grovkornede, såvel som i mineralgange og ertsgange findes et antal særskilte mineraler sammen, hvilke man kunde kalde forekomstens mineralselskab. Dette sker inden visse grændser så ufravigeligt, at man stundom kan af det enkelte fremlagte mineral formode forekomsten tilstede på findestedet.

Før er nævnt, at de så bekjendte Brevigs mineraler tilhøre, som Tellef Dahll viste, selskabet på de grovkornede syenitgange, ikke syeniten i almindelighed. De ikke mindre bekjendte Arendals-mineraler tilhøre ingenlunde Arendals gneisen i almindelighed, men forskjellige forekomster; nogle tilhøre granitgange dersteds, andre tilhøre granatberget med jernertserne dersteds, atter andre kalkspatgange o. s. v. Forlængst har man også naturligvis lagt mærke til Kongsberg-mineralerne. De, som tilhøre Kongsbergs ertsgange, er et særskilt mineralselskab. Men ikke mindre fremtrædende særskilt er mange andre ertsforekomster: de rige kobberertsers på granitgange; zink-bly- og kobber-erts med blåbesten; selskabet på Skuteruds „falbånd"; selskabet på de Trondhjemske svovl- og kobberkis-årer; „apatitmineralerne" o. s. v.

I universitetets mineralkabinet, hvor man forlængst havde fremlagt de Kongsbergske mineraler, blev derfor, alt som forekomsten under granskning kunde bestemtere omgrændses og tydes, også andre mineralselskaber fremskaffet.

Af de 3 her exempelvis aftegnede selskaber, udstillede i mineralkabinettet rigeligere end tegningen viser, er *Kongsberg* selvfølgelig det tidligst indsamlede. *Apatitgangenes* og *granit-gangenes* skrive sig fra arbeidsårene 1860—61, og til apatitgangene er nu føiet også de store enstatit-krystaller fra 1875 (W. Brøgger og H. Reusch om apatit-forekomsterne).

Den, der søger efter erts eller „nyttige" emner, mærker sig uvilkårligt hvad der pleier at følge med. Kun står ikke altid det hele



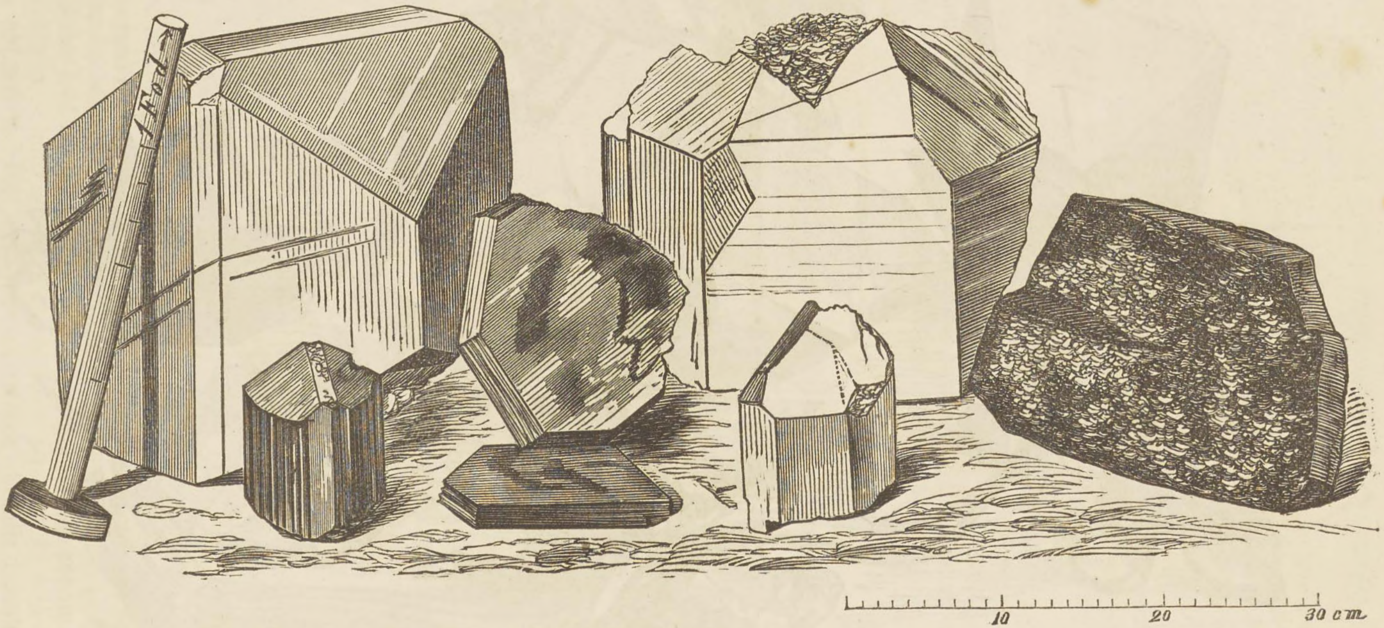
violet flusspat
(vedhængende kalkspat med sølvtråde)
sølv i terninger

(tavler med søilen)
(lavt skalenoëder) (søilen med romboëder)
hvid kalkspat
tandformet gedigent sølv

hvid tungspat
bergkrystaller

Kongsbergs sølvganges mineraler.

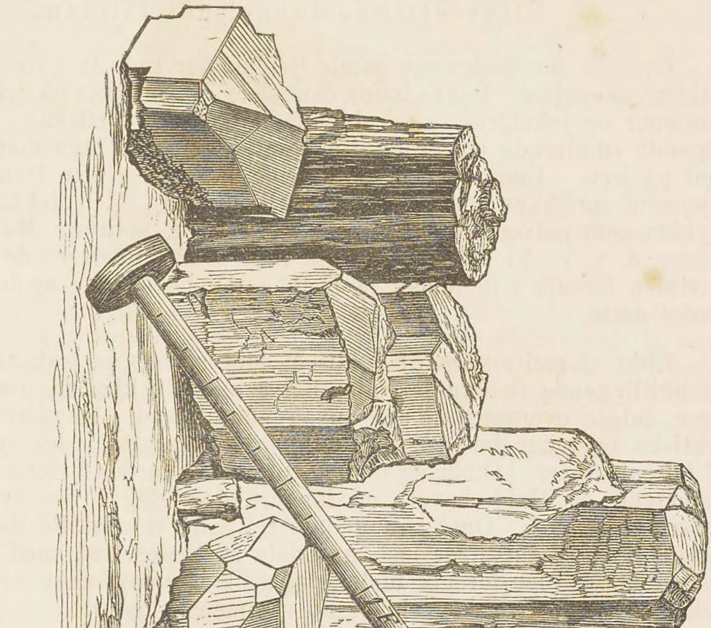
Tegnet efter naturen af Th. Thomassen.



kjødrød ortoklas — sort turmalin — lys kaliglimmer — mørk magnesiaglimmer — grå kvarts — brun monazit — sort ortit

Granit-ganges mineraler.

Tegnet efter naturen af Th. Thomassen.



Apatit-ganges mineraler. Tegnet efter naturen af Th. Thomassen.

selskab i rette lys for ham. Ad to forskjellige veie har vi søgt igjennem det i denne bog fremstillede at komme hid: ved at stille os såvel den geologiske som den mineralogiske forekomst for øie. Det udråb møder fra de omstående så ofte på disse veie: Har du fundet noget nyttigt? Man kunde altså i tilfælde svare: Ja muligens, thi her har jeg en gjæst af selskabet.

Eftertertiære dannelser. Istiden.

Over de før beskrevne gamle fjeldmasser sees fast overalt i Norge istidens dannelser. Denne istids dannelser er: mærker på fjeldoverfladen, moræner og jøkelgrus, vandreblokke, lerlag og skjælsand. Fra de opragende smulrende tinder og fjeldkanter dryssede stensmåt og stykker ned på isen. Under sin fremglidende bevægelse bar isen dette med. Gjennem sprækker kom gruset lige til bunden. Med det hårdere, såvel stykker som pulver, kunde isen sætte striber, politur. Morænerne udlagdes o. s. v. Vi kan her adskille to slags af dannelser: de som engang i istiden foregik i indlandet *over* det gamle havdække, og de som foregik *under* dette.

Efter afsmeltningen af landisen, idet isbræerne trak sig tilbage til de høitliggende fjeldkupler eller halvt lukkede kjedler, hvor de endnu ligge, fulgte overgang til den nuværende tilstand. Havsdyrene, som var arktiske omkring det isdækkede land, fortrængtes i det sydlige Norge af boreale arter. Omkring samme tid tilintetgjordes forbindelsen mellem Østersøen og Hvide-havet, og landgrunden steg i det sydlige Norge omkring 500 fod. Også fra denne tid kan vi adskille dannelser, der foregik i indlandet, hvor løst materiale skylledes ned med vasdragene, fra dannelser, der foregik under det synkende havdække — hvor fremdeles lerlag afleiedes og skjælsand sammenskylledes.

Det indsees således, at vi føres til følgende inddeling: *a*) det *submarine* eller engang hav-dækkede felt, *b*) det *supramarine* eller indlandets felt. Samt videre indsees, at *a*) igjen dels indeholder: 1) ældre *glaciale* dannelser (fra istiden), dels 2) yngre *efter-glaciale* dannelser (efter istiden). Endelig indsees, at også *b*) må kunne indeholde samme to slags: 1) glaciale og 2) efter-glaciale dannelser. Det hele danner en sammenhængende række indtil nutidens dannelser og udgjør Norges jordslag, hvis udgranskning således hænger på det nøieste sammen med de store forhold, og som man ikke engang kan skildre uden at nævne disse. Dette er de samlede dannelser, som er ment foran under *F*. „de løse jordslags felter."

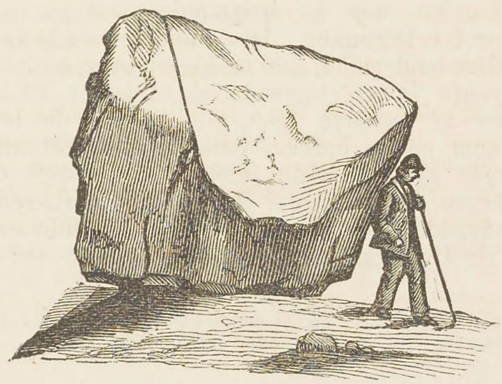
Skuringen af fjeldoverfladen. Mærkerne findes over hele Norge, lige fra havets bred til høit op i fjeldegne. På Vidda sees de endnu i 4000 fods høide og *Hørbye* har iagttaget dem i end større høider (5000). Ifølge den forklaring, som er givet pag. 105— om bræ-isens forholde skulde vi også vente, at mærkerne svinde etsteds opad, da landets høieste flader ialfald under et bestemt afsnit af istiden har været dækket med sne-bræ og ikke med is. Der hvor isen har skuret findes mærkerne dels kun som en afglatning, en politur — dels med fine parallele striber eller grove furer, dels endelig ofte nederst ved kysten som dybe render, hvis mål ikke længer tages i linier og tommer, men i fod. Mærkeligt er det imidlertid hvor nøie den is-slikkede overflade med selve de dybe render mangesteds retter sig efter fjeldets oprindelige bygning. I tegningen fig. 157 er det selve granitens bænkning, som giver den store hule i kanten. Retningen af disse viser overalt skuringens retning. Naturligvis går denne overalt indenfra udad følgende høideforholdene i det store.

Morœner. Jøkel-grus. Vandre-blokke. Om disses almindelige forholde er før talt pag. 104—107. De optræde i Norge ikke anderledes end andetsteds. De *gamle morœner* findes liggende opefter alle dale — ligefra havets bred ved Kristianiafjorden op til høifjeldene, til de jøkelgjærder, som dannes den dag idag for vore øine — snart tværsover, snart langsefter vasdragets retning.

Den første, der i Norge påviste en sådan gammel moræne var *Esmark* senior — ved indløbet til Lysefjorden. *Esmark* sluttede på grund af denne og nogle andre spor til isperioder, men satte ligesom *Wishton* og *Playfair* disse i urtiden, ved hvilket feilgreb *Esmarks* iagttagelse i henved 40 år forblev uden indflydelse på geologien.

Grus eller aur, som findes gjenliggende fra istiden på den skurede fjeldoverflade, kan nævnes som *jøkel-grus.* Vandre-blokke endelig, store og små findes omstrøede overalt i Norge, både høit og lavt. De findes liggende endog på toppen af høie fjeld, men ikke på de høieste — således f. ex. på mangen top i Jotunfjeldenes udkanter eller på lavere høider som f. ex. i Ekersunds gabbro-felt. Undertiden er de rokkestene.

321.



Rokkesten i Soggendalen, Ekersund.

Blokke findes liggende øverst såvelsom indeni de store moræner, som (under navn af *ra* i Smålenene) strækker sig gjennem Smålenene og Grevskaberne på hver sin side af Kristianiafjorden. Nordenfor denne store række findes spor af andre (se kartet). Til veiarbeider, til jernbanelinierne o. s. v. er nogle af disse bankers indre blottet i grustag. Man ser der deres bygning.

Ældre lerlag og skjælbanker fra istiden. Leret er mest svagt kalkholdigt med mergels egenskab at smulre — altså mergel-ler. Ofte viser det derhos adskillige forskjelligt formede knoller af hård mergel, hvilke undertiden indeholde et fossil. *M. Sars.* (Mergel-knoller pag. 127. Sveriges marlekor. Finlands imatrastene). Det ligger udbredt i sådane egne, som var åbne for tilførsel fra silur-udbredelsen med kalkstene og lerskifer, hvilke kunde opslides til kalkholdigt slam. Det førtes som moræne-mudder ned med alt fra isbræerne udstrømmende vand, og det

sank tilbunds og dannede lag der, hvor vandet kom til ro — altså navnlig under det gamle havdække.

Med leret måtte også levninger af havsdyr begraves. På visse steder under det samme havsdække opdyngedes langs de gamle kyster masser af muslingernes og kuvungernes skaller til hele banker. De findes på begge sider af Kristianiafjorden dels nær ved nuværende kyst, dels langt fra den i forskjellige høider 530, 460 eller 400 fod over havet. Dette er „skjælsandet" på østsiden af Kristianiafjorden i de høiere liggende, ældre skjælbanker. Havsdyrene er i dem (efter *Sars*) mere eller mindre tydeligt arktiske, pag. 139.

Nogle sådane er omtalte i det foregående såsom natika klausa fig. 224, trofon klatratus fig. 228, pekten islandikus fig. 238.

Yngre lerlag, sandlag og skjælbanker. Efter istiden fulgte, medens havet trak sig tilbage — det vil sige, medens landjorden steg — lignende afleininger. Vasdragene vedblev at udføre mudder, om ikke så rigeligt, og dernæst skylledes sand ned igjennem dem og helt ud til havkanten. Også i denne tid begroves muslingskal ikke alene i mudder og sand på havbunden, men de opdyngedes også på visse steder sammen ved kysterne i hele banker. Disse findes i de nævnte o. fl. strækninger i forskjellige høider 150, 120 og 50 fod over havet. I dette yngre ler og i disse yngre lavere liggende skjælbanker er ligeledes påvist rigelige levninger af havsdyr, men alle tilhøre de (efter *Sars*) den boreale region, som endnu hersker omkring det vestenfjeldske og søndenfjeldske Norges kyst. Således støttes de udsagn om istiden, der hentes fra fjeldlæren, af dem, der hentes fra dyrlæren. Nogle svage saltkilder, der udvælder fra disse marine lerlag, minder om lerets oprindelse (Enger og Dysterud i Romeriget, Hafslund ved Sarpen).

Også nogle af disse yngre skjæl er før omtalt såsom cyprina islandika fig. 242, tellina proxima fig. 243, saxikava fig. 244; bukcinum undatum fig. 223.

Oversigt: dannelsernes række, i det sydlige.

Rækkefølgen.		omtrentlig mægtighed.	Nyttige nedlag, især i etagerne.
Nutidens og de efter istiden følgende dannelser.	delta-dannelser, moræner, jøkelgrus, ferskvands-skjælbanker samt torv . .	antaget { 100 / 20; torv 6-12	myrmalm, torv, skjælsand.
	Tegl-ler og flom-sand. Vasdragenes fyldninger	100 —300′	tegl-ler.
	Musling-ler. De yngre skjælbanker .	omkring 20′	tegl-ler og skjælsand.
Istidens dannelser.	Mergel-ler. Istidens skjælbanker . .	50 —100	mergel-ler, skjælsand.
	Moræner og jøkel-grus. Fjeldmarkernes gamle aur og vandre-blokke . . .	antaget 100′	

Istidens mærke, nemlig: skuret og streget fjeld fra havbredden til 4—5000 fods høide.

Rækkefølgen.		omtrentlig mægtighed.	Nyttige lag, i etagerne.
Af uvis tid	konglomerat-lag	omkring 20′	byggesten.
	sandsten-etagen	1000 – 1200′	helder.
Siluriske lagrækker	oversiluriske etager med kochleat-kalken, koral-kalken, pentamerus-bæltet . . .	850 – 1800′	kalksten
	undersiluriske etager med kalk-sandsten, chasmops-kalk og skifer, vaginat-kalk og skifer	1100 – 1330′	kalksten, cement-sten, bygningssten, fosfat-laget.
Primordiale lagrækker	primordiale etager med diktyonema-skifer og olenus-kalken .	20′—160′	gipsholdig alunskifer.
	paradoxides-skifer	80′	
	spor af sparagmit og konglomerat . .	8 – 20′	
Den livløse tids lagrækker	grundfjeldets lag synligt	3200′ og mere	

i det centrale og vestenfjeldske.

?	grøn sandsten og konglomerat Bremanger—Sulen	3000′—1400′	
?	høifjelds-kvarts og skifer	1400 – 600	
?	Kvitvolas kvarts med kalksandsten ved Fæmun	1450	
Primordiale lagrækker	glindsende skifer, stribet skifer med vegsten og lersten-nivå	1000 – 2000	vegsten, tagskifer
	blåkvarts og diktyonema-skifer . . .	200 - 300	
	kvarts og paradoxides skifer	(?)	
	grøn lerskifer med olenellus	100	
	rød sandsten, flekket sandstens kvarts	1500	slibesten, brynesten
sparagmit fjeldet	rød og grå sparagmit samt Birid-kalksten, skifer	2000—2900	kalksten, tagskifer
kvartsfjeldet og grundfjeldet	kvartsfjeld i Rundan, Stor-Elvedalen og ved Storsjøn	4270 – 1500	
	kvartsfjeld i Nordfjord . . . synligt	4000	
	gneisfjeld i Nordfjord . . . synligt	5200	

i det nordenfjeldske.

	Gula skifer	1000 - 6000	kværnsten
Siluriske	Lersten-konglomerat- og sandsten rækken	2000 – 3000	tagskifer, kalksten
	Trondhjems- og Røros skifer	1500 – 8000	vegsten, kalksten
	Tolgens, Kjølens og Derga-fjelds kvarts	1500 – 2000	
	Gneisfjeld samt dele af forvandlede etager	?	

	eruptiven	ertser m. m. i og ved eruptiven, eller på årer og deres udvidelser i eruptivens linie.
På strækningen Mjøsen til Skien og i Telemarken	grønsten i gange	magnetjern, svovlkis, glandskobolt, blænde, kobberkis, blyglands i Drammens ertsfelt
	feldspatporfyr augitporfyr kvartsporfyr	spor af gedigent kobber, Holmestrand
Mjøsen—Skien	granit og syenit, rød	magnetjern, jernglands, også kobberkis, magnetkis, wismutglands i Drammens ertsfelt, ved Skreia m. m.
Fredriksværn, Laurvig	syenit grå	
Hedrum—Slemdal	elæolit-syenit	
Lærdal, Årdal	granit hvid	
Bamle	hornblende-gabbro eller broget gabbro	apatit i Bamle, apatit i hornblendegange Kragerø
kupper i det centrale Norge	olivinsten	
Tyrifjord, Holden	serpentin	rødjernsten. Holden
Kongsberg, Kongsvinger, det centrale Norge, Bamle, Smålenene	gabbro, mørk og stribet gabbro	falbånd nikkelholdig magnetkis
Bergen, Stordø, Karmø	saussurit-gabbro	svovlkis, magnetjern. Karmø. Stordø.
Lærdal, Sogn, Vos, Bergen, Ekersund	labradorsten	kobberkis, broget kobber. Årdal, titanjern, Ekersund, Ørskaug
Helleberget, Hallingskarven, Filefjeld	syenit og granit	
Hemsedal, Tryssil	grønsten og porfyr-grønsten	
Farsund, Evanger, Eker	hornblende-granit	
Sognefjord, Hardanger, centrale Norge	porfyr-granit rød og grøn	
Kongsvinger, Kongsberg, Telemarken	gammel rød granit og stribet granit	magnetjern, jernglands, (ved Arendal med granatberg) kobberglands, broget kobber, kobberkis
Fredrikstad, Hedalen	granit grå	

Oversigt: eruptiver i det nordenfjeldske.

Foldal	granulit	svovlkis, kobberkis
Trondhjem, Grong	protogin-granit	
Dovre, Kvikne Opdal, Rennebu	granit hvid	svovlkis, kobberkis
kupper mellem Vanelven og Tafjord	olivinsten	
Grong	anortit-olivinsten	
Røros, Feragen	serpentin	kromjernsten
Vuku, Tydalen	gabbro	nikkelholdig magnetkis kobberkis
Ytterø, Vasfjeld	saussurit-gabbro	svovlkis, kobberkis
Røros, Snåsen, Tydal	amfibolit	
Meldalen	grønsten	kobberkis svovlkis
Trondhjem, Meraker	diorit	kobberkis
Hitteren, Smølen	syenit og diorit	kobberkis, magnetkis, svovlkis
Kjølen	granit	
Namdalen	porfyr-granit	
Vestranden	gammel rød granit og stribet granit	

Indlandets dannelser.

Den større del af landet lå over, uberørt af det gamle havdække og på denne større strækning arbeidede, efter isens forsvinden, gjennem alle vasdrag de rindende vande og overalt alle jævnlæggende processer (pag. 92). Ikke alene vasdragene er derfor tildels fyldte, men også fjeldmarken og fjeldsiden er dækket med dannelser som med en hud.

Vi finder her ingen havslevninger. Kun fra søer og myrstrækninger haves også her skjælsand, men dette indeholder kun ferskvands-skjæl og sneglehuse. Og ovenpå dem findes igjen torv og myrjord. Exempel: Hadeland, Ringeriget, Toten, Østerdalen.

Alligevel er det gjørligt også her at adskille dannelser fra istiden og dannelser fra flomtiden ɔ: fra afsmeltningen. De første er *moræner og jøkelgrus*, som også her ligger opefter dalene, samt knust og omstrøet berg som aur, fuld af skursten og vandreblokke — liggende ofte over store flader på fjeldmarkerne. De sidste er *vasdragenes fyldninger* med sand og grus, undertiden også med ler. Thi de første danne uordentligt ophobede masser, de sidste er afsatte i lag.

Man kan sige: vasdragenes fyldninger er i det hele taget mest sand — ovenfor det gamle havdækkes grændse. Fjeldmarkens og dalsidernes jordbund vexler derimod væsentligst med det oprindelige bergslag. Og i de lavere egne under det gamle havdække hænger jordbundens natur af de der i forskjellige høider udbredte lerlag og sandlag. Nøiere her at opnævne jordbundens forskjelligheder vilde ikke nytte uden at henvende blikket på bestemte egne og jordbunds-karter.

Kun et forhold skal endnu omhandles — det er *vasdragenes trin*. Når man følger et større vasdrag opefter fra havet af og ind mod fjeldene, da vil man i de allerfleste komme til at overstige nogle tydelige trin i dal-fyldningen, og etsteds det *marine trin*, nemlig der hvor indlands dannelserne begynde, eller med andre ord: der hvor man har overskredet det marine felt med dets lerlag indeholdende skjæl o. s. v. Dette trin ender udad med en skråning (omkring 30^{0}), men fortsætter indad med en slette. Forsåvidt trinene forholde sig således, kalder vi dem *terrasser*. Der findes i de fleste dale i Norge flere *åbent liggende* terrasser også nedenfor hint trin, hvor hav-dannelserne slutte. Disse terrasser med det marine trin øverst, som i vidt adskilte dale findes i samme høide, er vidner om at Norges opstigning ikke har foregået jævnt, men i flere ryk. Tydeligst er dette tilskue måske i de vestenfjeldske og nordenfjeldske dale, hvor yderst ude endnu øren dannes, som er den nuværende periodes terrasse. Forestiller man sig ved en opstigende bevægelse, som kunde være ganske kort, denne øres flade bragt f. ex. 50' høiere og op i det tørre, da vilde den syne sig lig de gamle marine terrasser. (Se om vasdragenes trin 4de tillægshefte til Folkevennen, 1868). Længer op etsteds kommer andre trin, enten ved en indsnævring af dalvæggene, således at de møde hverandre med klippe på begge sider, eller ved en moræne, en grusvold, som sperrer dalen, og bagenfor denne ligger en sandlagt eller sjelden lerlagt dalbund et trin høiere. Og således bliver det ved til dalenes øverste. Alle disse trin er indlands-trin, ikke marine.

Da indlands-isen opløstes, forblev i længere tid en tilstand med isfyldte enkelte dale. Bræerne trak sig imidlertid tilbage høiere og høiere ind mod landet, og hvor de i nogen længere tid stod stille, lagde de moræner efter sig. Disse blev altså til dæmninger over vasdraget. Bagenfor hver indsnævring med dæmning af fjeld eller gamle moræner kunde rummet i kummen fyldes. Hvis lerdele førtes ned med vandene, kunde disse her få tid til at synke. Ler over større strækninger er i det hele taget sjelden at se i indlandet, men det findes dog hist og her, navnlig bagenfor sådane dæmninger mellem fyldningerne på nye trin i dalbunden.

Det marine trin eller den terrasse, som ligger efter den høieste gamle havstand, sees gjerne som en udbredt sandmo. Ved Kristiania: Grefsensletten, ved Mjøsens sydende Romerigets slette, ved Randsfjord s. ende Eggemoen, ved Krøderen Sletmoen, i Lougens dal, s. ved Kongsberg Langerud slette, videre mellem Hitterdal og Gransherred, alt i sletter med åben rand udad til og omkring 600 fod o. h.

De næste trin i alle disse dale er for mange til her at kunne opregnes; men enhver, der har reist op gjennem en af disse dale vil kunne erindre sådane trin, når tingen først er nævnt.

I Glommens hoveddal sperres dalføret først af en moræne ved Kongsvinger omtrent i 620 fod; det næste tydelige trin er ved Houg i Elverum. Dalen er indsnævret ved fjeld. Nordenfor begynder Elverums store sandmoer. Atter indsnævring ved Stai, og nu store sandmoer opigjennem forbi Tresen, videre morænen ovenfor Ulstrømmen, når man har passeret Jutulhugget o. s. v.

Af Gudbrandsdalens mange trin skal kun nævnes moræner for enden af Breiden vand. Disse lukke for Sels lange kum. Videre indsnævringen ved Rusten, som lukker for Dovredalens kum. Fremdeles indsnævringen nord for Domås, hvor Dovre-graniten stryger over vasdraget. Bagenfor ligger Læssø vands kum. Endelig Læssøskogens sandfyldte kum, sperret ved Læssø værk, men med udløb i begge ender.

I Lands vasdrag kan nævnes sperringen ved moræner i Randsfjorden ved Fluberg, videre ved sammenløbet af Dokka og hovedelven, længer op i fjeldsnævringen ved Hovdefjeld, hvor også en moræne hjælper til.

Det vestenfjeldske

er efter de ovenfor nævnte gamle dele-mærker (Bergens stift eller) vestsiden af Norge mellem Stat og Stavangerfjord. Dette store fjeld- og fjord-landskab viser stupende stig-

ninger, dybe indsnit og mægtige is- og sne-masser, der samler sig om Dovres og Langfjeldenes fortsættelse. Bergens stift skulde med sine fjeldmassers uoverkommelighed aldrig kunne ret forståes uden gjennem kunskaben om det søndenfjeldske og nordenfjeldske. Bergens stift viser det centrale Norges etager, derhos grundfjeldet og eruptiverne, og just således, som om vi var komne 2000 og 4000 fod dybt ned i disses indre.

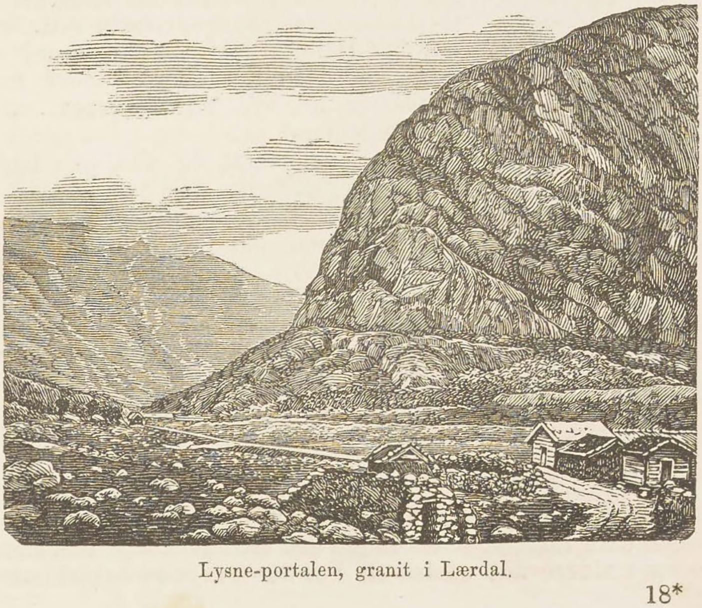
I n. er det Romsdals grundfjeld som fortsætter ind i Bergens stift, i n.o. Jotunfjeldenes gabbro og labradorsten, som stiger op fra fjordene, i ø. det centrale Norge med sine bygningsled, i s.o. er det Hardangervidden, som med sine lagrækker kaster sig ned, og længst ud mod havet i vest tror man muligens helst at gjenkjende konglomerat- og sandstenrækken fra Trondhjemsfjorden.

Indsnittenes dybde i fjord og dal, samt i de inderste fjordarme nærheden ved Norges høieste tinder foruden de uhyre eruptiv-masser selv giver Bergens stift de store og dristige former.

Såvidt Bergens stift fortiden er kjendt og kan overskues, råder grundfjeld især fra Nordfjord gjennem Sognefjords ydre halvdel og Hardangerfjord til øst for den store linie Fensfjord. For en stor del er kvartsfjeld herskende mellem (Nordfjord) Utviken og Florø. Granit er overveiende frem for alt på hele strækningen om de indre fjordarme lige fra Nordfjords, gjennem Lyster og Sogn til Hardangerfjord. Graniten er ofte grovkornet, pragtfuld porfyragtig, rød, hvid og grøn ved bestanddelenes form, ortoklasen, melkekvarts og oligoklas foruden den mørke glimmer eller klorit. De vældige kupler stillede op som i geled langs så mange fjorde har granitens former. Øst fra kommer man i Borgund og gjennem Lærdal ned i granitdybet. Lærdal med sine granitkupler ved Lysne åbner porten til Bergens-landskaberne.

Videre består Bergens stift af de spredt liggende konglomerat- og sandstens-felter mellem Nordfjord og Sognefjord, fremdeles af skifere

322.



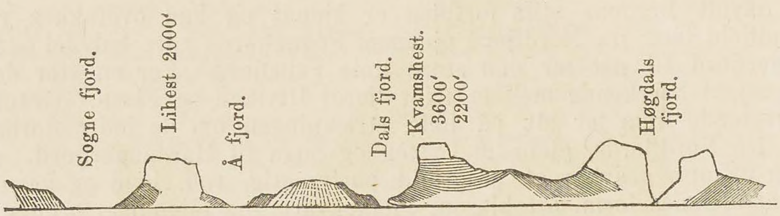
Lysne-portalen, granit i Lærdal.

gjennembrudte af granit, gabbro og grønsten i Bergens halvø og Søndhordlens øer, endelig af Langfjeldenes fortsættelse i Sognefjordens og Hardangerfjordens inderste arme.

Konglomerat og sandsten i Bergens Stift.

Over grundfjeldets gneis mellem Nordfjord og Sognefest samt skiferrækker, som indtage skålformet plads deri, kneiser det høie konglomerat og sandsten-fjeld i 4 felter, nemlig Bremangers, ved Hornelen, Håstenens i Høgdalsfjorden, Kvamshestens i Dalsfjorden og Lihestens med Sulen-øernes felter. Disse konglomeratfjeldes bygning overskues således.

323.

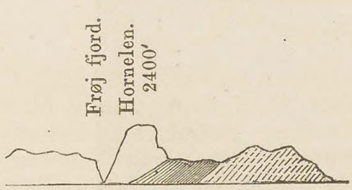


Oversigt i linie tværs over kysten syd til nord yderst ude mellem Sognefjord og Florøs omgivelser

(efter Irgens og Hiortdahl).

Gneisen og skålerne med glimmerskifer, grøn glindsende skifer og nogle lag af marmor findes flerersteds gjennembrudt af eruptive masser, grå granit, stribet granit, granit og syenit, hvilke sidste ligner samme i Filefjelds tinder såvelsom i Hallingskarven. Hellebergets syenit og granit mellem Dalsfjord og Førdefjord træder med høie masser ud syd for Stavenes, og bærer konglomerat.

324.



Oversigt i linie tværs over Hornelen, sydost til nordvest.

Konglomerat og sandsten ligger dels lige over skiferne, dels over de sidst nævnte eruptiver — og danner høie og klumpede fjeldformer, ofte med forfærdelig bratte vægge, hvis nøgenhed og ufrugtbarhed stikker stærkt af mod skiferfeltet, der har et frodigt udseende. Brudstykkerne i konglomeratet, ofte svære, er især gneis, granit, syenit og skifer. Hornelen består af konglomerat, som truer med at styrte. Sandstenen er hyppigst grøn.

Langfjeldenes fortsættelse mod vest.

Ved Sognefjorden i Gaupne, Solvorn, Rinde o. fl. st. synker den store *lerskifer*-etage fra Langfjeldenes høide ned til havfladen; den bærer også hersteds og i videre udbredelse til Vos den mægtige *høifjelds-kvarts* og

skifer (aldeles som før beskrevet pag. 252). Gjennem Sogndal, Vik, kan disse mægtige etager følges til Vinje, Vos, Graven, Ulvik og derfra atter gjennem Osen og Eidfjord op på Hardangervidden. I de samme inderste arme af Sognefjord stiger også uhyre masser af grå granit samt *gabbro* og *labradorsten* (snart kornet, snart stribet) op fra havfladen helt til de høieste tinder. Nærøfjorden, hvor labradorstenen tildels hviler på et underst langs med fjorden fremtrædende fodstykke af gneis, og Nærødalen viser disse i solskinnet blændende lyse, skaldede klipper. Okken oppe på fjeldsiden s.o. for Lysne i Lærdal er den sidste udligger mod øst ved det store labradorsten-felts grændse.

325.



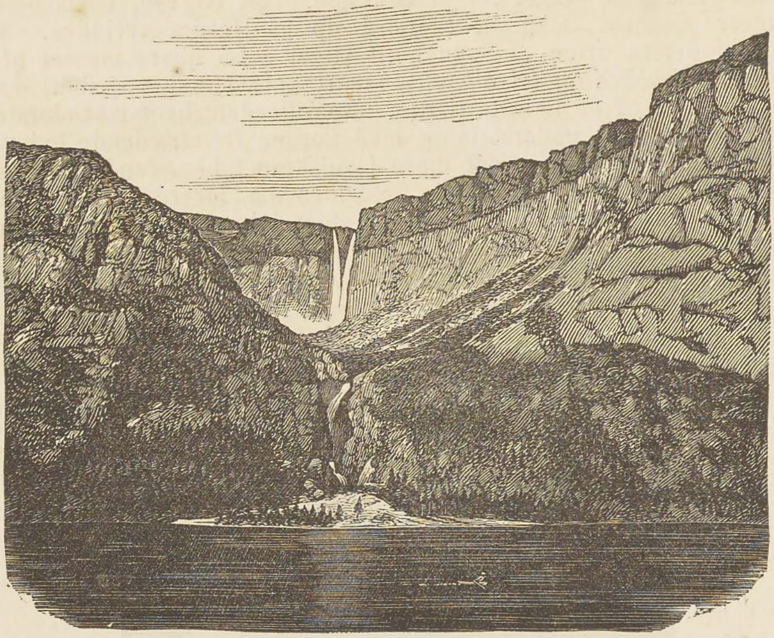
Jordals-nuten, labradorsten i Nærødal.

På østsiden af de inderste fjordarme i Lyster, Aurland, Hardanger møder den snart lige over granit-fodstykket snart over grundfjeldsgneisen liggende etage af blåkvarts og lerskifer etsteds i et høiere nivå. Elv eller bæk må da styrte ud over denne etages mur, herved foranlediges de stolte fossefald (i Lyster) Feigumfos og (i Hardanger) Tyssestrengene og Ringedals fos.

Den gamle granit, med den øverst sparede lerskifer og blåkvarts sees på østsiden af Hildal, hvor sort lerskifer fremtræder på flere steder i høiden 2200–2300′. Dernæst i retning ud mod vest synker lerskiferne ned, således at de i Jælse og Vikedal ved Stavangerfjord og i Fjælberg i Hardangerleden kommer i havets nivå, ligeledes fleresteds med de samme sorte skifer. Og dette er den samme sorte skifer, som i Hulberget på Vidda 4000′ indeholder diktyonema, og som ifølge med blåkvarts strækker sig derfra til Tunsåsen i Valders til nivå 2500′.

Den sorte skifer med diktyonema er således allerede nu en ypperligt orienterende geologisk horizont. Den fortæller, at Norges opstigning — den som man har sagt endnu foregår — er overmåde gammel. Det sees, at landet på disse breddegrader er løftet høiest langs Langfjeldene som central-axe, men derimod at stigningen har udgjort et mindre mål ved begge sider. De største høider ligger ved de inderste fjordarme. Fjordsprækkerne selv ordne sig med sine tværarme for et blik på landets spalte-systemer.

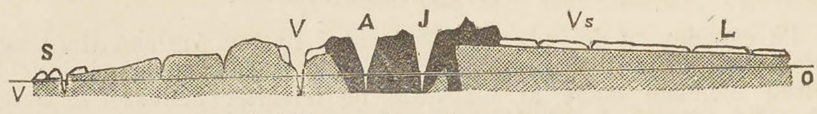
326.



Skifer-etagen omkring 2300′ over graniten ved Ringedals vand 720′ og fossen Tyssestrengene.

Når vi tænker os Norges bygningsled på disse bredder kun som 3, nemlig: grundfjeld og gammel granit; skifer og kvarts-etagerne på Vidda, konglomerat-etagen i vest; Jotunfjeldenes, Lysters, Nærøfjordens gabbro og labradorsten: da kan vi samle forholdene i disse oversigts billeder

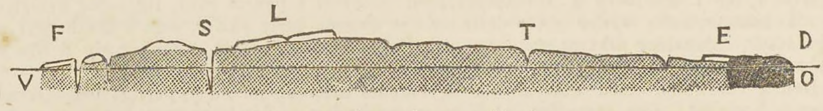
327.



Snit fta v. mod ø. gjennem Sogn.

S Sulenøernes konglomerat. V Viks lerskifer over grundfjeldet. A Aurlandsfjords labradorsten. J Jotunfjeldenes gabbro fra havet lige op i de høieste tinder. Vs Valders blåkvarts og sort lerskifer, den sidste med fossiler på Tunsåsen. L Lands do. do.

328.



Snit v. mod ø. gjennem Hardanger.

F Fjælbergøernes sort lerskifer over grundfjeldet. S Sørfjordens revne. L Langfjeldenes lerskifer og blåkvarts, i Hulberget med fossiler. T Tinsjøens spalte. E Ekers alunskifer og kalksten etagen 2,3 m.m. med fossiler. D Drammensfjordens yngre granit.

Bergens halvø, Søndhordlands øer.

De gamle etager fra Langfjeldene kaste sig ud i Bergens halvø og omgivelser samt i Søndhordlands. Forbindelsen udtrykkes ved et nivå af vegsten og lersten langt nede i rækkerne. Derhos hænger udbredelsen over Vikør og Vos sammen med Langfjeldenes etagerækker i Sognefjords inderste arme. Vegstenen følges fra Østerfjord og Samnanger, n. for Evanger, s. for Arnefjord, til Gaupne o. s. v.

I Bergens halvø kneiser i omegnen af Bergen mægtige granitmasser (hyppigst *stribet granit*), som bryder gjennem de bergenske glimmerskifer, lerskifer, kloritskifer og kvartsskifer, der ledsages af nogle marmorlag. I en halvkreds lidt længer ø. omgives disse igjen med en kjæde af *labradorsten*, og dernæst atter af Gulfjeldets kjæde med *saussurit-gabbro (Hiortdahl* og *Irgens)*. Disse forskjellige eruptiver udbrede sig tildels i ubeskrivelig forvirring vidt ud over øerne. Længer øst ved Fensfjorden møder grundfjeldets umiskjendelige udseende.

Alle disse bergarter findes atter på en så udstykket måde, at det ser ud som forvirring, i Søndhordlands øer. Tysnæs-ø og Stord-ø omgives på de mod landet vendte sider af grå og grønne skifere, hvorimellem også sort lerskifer, og et stykke op i denne lagfølge sees 50 fod mægtig kalksten, oftest som *marmor*. Disse lag stryge over til Mosterø og Bømmelø i s.v. samt over Huglen og Skorpen i n.o.

Ertser: På samme linie findes tildels betydelige kis-forekomster med svovl- og kobber-erts, Guldberg, Huglen, Kristiansgave, Gravdal, Varildsø-anvisninger m. fl.

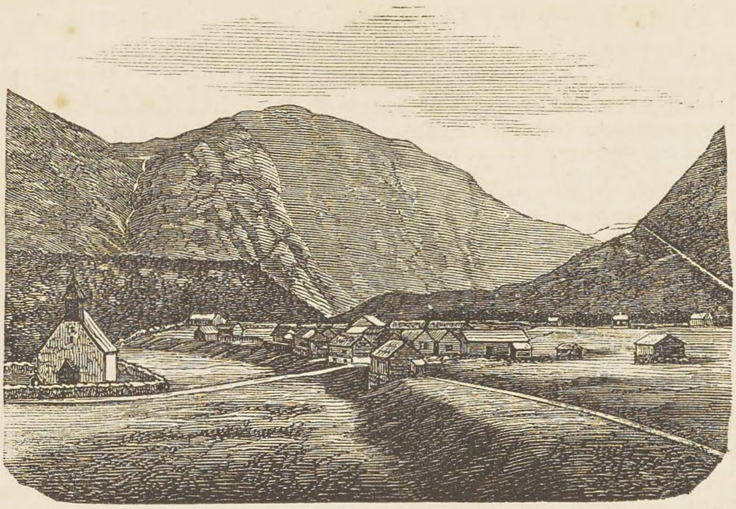
Denne ertslinie ligger langs med Hardangerfjordens store spalte. Det hele indre af Tysnæs- og Stordø består af *granit*, som bryder gjennem skiferrækken med en grændselinie, der går som ertsstrøget. Denne samme linie er parallel med kystranden ved Arendal, som også er ertsførende. På begge sider af Langfjeldene findes således en ertsførende linie i samme strøg; men medens Arendalslinien fører jernerts og ligger langs med randen af den gamle granit, er det i Søndhordland især svovlkis, som overveier, og ertslinien udtrykkes navnlig ved ertsbringeren saussuritgabbro, som også sydligere ved Vigsnes (på Karmø) og nordligere i Grimelien på Stavenes-landet optræder umiddelbart ved ertsen.

Ved eklogit i Dalsfjorden optræder Sørdalsgrubes magnetjern. Før er derhos nævnt Årdals kobberforekomster (gamle gruber) ved labradorsten og gabbro.

Terrasser efter den gamle havstand.

De samme trin, som sees i de østenfjeldske dale, optræder også i de vestenfjeldske. Her er ingen lange dale, men vasdraget stuper hastigt mod havet. For enden af fjordenes inderste grene møder gjerne strax en terrasse, men ofte kun en vold med skursten og blokke. Denne sidste er da moræнen fra istiden. Indenfor den findes ofte et vand i en lukket kum, som i sin øvre ende holder på at fyldes med grus- og sandlag. Slige småvand i nogen høide over havet sees lige fra Nordfjord til Stavangerfjord. Hvor de ikke er forhånden, holder vasdraget på at udlægge nutids-terrassen i selve den inderste fjordbund som en "øre". Codrington opregner (1860) allerede 13 fra fjordarmene sperrede vand i forskjellige høider med tillæg, at dæmningen foran er moræner. Enhver, der har vandret fra fjordene opad, kjender dem og har måske også lagt mærke til dæmningen, der undertiden viser sig som moræne. Stiger vi opad dalen, møder atter en høiere ter-

329.



Terrasser i Øifjord, Hardanger, den høieste her synlige 330′ o. h.

rasse og således videre indtil den sidste terrasse, som mærker den høieste gamle havstand. Denne syner sig atter som en sandmo, brat skåret ud mod havsiden, men strækkende sig flad indover mod Landet.

I Lærdal ligger den øverste terrasse under Lysneportalen (se fig. 322) henimod 500′, i Sogndal over 430′, i Vik omtrent 400′.

Endnu et tegn for den gamle havstand er de på fjeldsiderne indgravne strandlinier. Den længst kjendte sees i Østerfjorden ved Bergen.

Det nordenfjeldske

— fra Stat og Dovre nordover — består i Trondhjems stift af flere større hovedstykker, nemlig af Romsdals gneisen, grundfjeldet fra Trondhjemsfjordens indløb indtil Nordfjord, Kjølens og Derga-kvartsfjeld ved rigsgrændsen længst syd og længst nord, det indre med Trondhjemsfeltets afdelinger på rummet indenfor Trondhjemsfjordens udvidelse, videre af store eruptivmasser nemlig især: Vestrandens granit fra Foldenfjord til Kristiansund, Osmarkens granitkjæde o. fl. snart Kjølens og dens formures granitkjæde, gabbro og grønstenkjæder, endelig de spredte granit- og gabbro-felter på rummet imellem begge disse.

Romsdals-gneisen. Dette stykke grundfjeld, hvortil også det egentlige Dovres fortsættelse mod s.v. hører, strækker sig fra Lessø og Våge ud gjennem Romsdals amt. Det er Norges mægtigste og umiskjendeligste gneis, som her optræder. Når man følger de dybe indsnit ved dale og fjorde, sees allerhyppigst grå gneis med en i det hele taget svævende lag-stilling. Nede i disse dybe indsnit er man også selv egentlig i det indre eller i dybet af grundfjeldet. Romsdalsgneisen træder ud med høit fjeld lige til havkysten i Stemshesten og i Stat. Indenfor og langs med kystranden stryger flere steds i den

lange tog med granit i opbruds linier, som allerede i Søndmør og forbi Molde tegne Vestrandens retning.

Et system af sprækker ligeløbende med kysten og andre lodret derimod skjærer gjennem Romsdalsgneisen. Disse sprækker er yderst ude fjorde, men fjordene er fortsat i dale og eid. Trondhjemsled, Vinjefjord, Fanefjord og Langfjord samt Storfjord er ligeløbende med kysten og vestranden, derimod Trondhjemsfjordens indløb, Hevnefjordens indløb, Auresund, Sunelven, Hjørend og Volden-fjord, endelig Vanelvfjord ved Stat er tværsprækker. Dette hele system ender ved Stat, thi syd om Stat begynder de v.—ø. løbende sprækker. Fjeldet er afdelt ved disse og mange andre sprækker til utallige sætstykker, som, kun når de tænkes sammentrykkede, danner et platå. Også her er landet ikke et skråplan med høieste kant mod havet, men den høieste kant syner sig først et stykke indenfor i Dovres brede ryg, og yderst ude kommer den meget lavere rand.

Kjølens- og Derga-kvartsfjeld.

Udbredelsen af kvartsfjeldet på rigsgrændsen fremtræder synlig fra Fæmun nordover omkring Vigelens og Skarsfjeldenes granit indtil Store Gluggen syd for Meraker-jernabelinien. Dette er Kjølens kvartsfjeld (se fig. 311).

Meget længer mod nord sees Derga-fjelds kvarts fortsat i en række over Urvand og nord om Sibmekvand.

Det indre eller Trondhjemsfeltets afdelinger.

Disse ordne sig, indtil videre oplysning kan fremskaffes, således: a) den ældre afdeling, Trondhjems- og Røros-skiferne; b) den midlere afdeling, konglomerat- og sandsten-rækken; c) den øvre afdeling Gula-skiferne.

Udbredelsen kan således overskues: i vest ind mod grundfjeldet og i øst ind mod Kjølens kvartsfjeld sees den ældre afdeling, altså først og fremst ved Trondhjem og Røros, for at nævne mærkepunkter. Dernæst sees konglomerat- og sandsten-rækken fra Opdal til Frosten, og fra Stenkjær op i Snåsen, tilsidst ved Tunsjø og Limingen; men derhos også ved Kjølen fra Store Gluggen til Jemtlands-chausseen. Midt i feltet fra Dovre og Foldalen i syd til Imsdalen henimod Snåsen i nord udbreder sig Gula-skiferne.

Derhos indgår fleresteds en flig ind i Vestranden, navnlig af den midlere afdeling: på Ørlandet, i Trondhjemsleden.

a. Den ældste del af det trondhjemske opland indenfor vestranden dannes i Trondhjems omegn samt andre steder især af grøn lerskifer, lersten og (sjelden) blåkvarts samt kalksten-lag, der tildels optræder som marmor, endelig også vegsten i lag. I Nordli på rigsgrændsen er det grå og sort lerskifer samt glindsende skifer med kalklag, og derover ligger Portfjeldets „kvarts-kage-lag“, nemlig med kvarts i skiver og kager i de samme skifere som grundmasse.

b. Fremfor alt optræder konglomerat, brekcie og sandsten i en strækning, der kan følges fra Opdal ved Dovres fod, tværs over Ørklas og Gulas dalfører, videre over Stjørdalen til Frosten ved Stenkjær m. v. Dette er en række af yngre fjeldlag indenfor den gamle gneisrand. Konglomeratet indeholder i sine brudstykker en hel udstilling af især de ældre eruptiver såsom granit, men også af selve det ældre felts skifere og kalksten. Sandstenen i denne strækning (først påvist

af *K. Hauan*) er grøn eller grå. Det er de samme sandstens- og konglomerat-lag, som sees på Ørlandet, i Trondhjemsleden ved Hitteren og på Smølen. Og stor lighed har de med Hornelens, Dalsfjords og Sognefjords.

I dette store felt udmærker sig på en strækning nærmest Kjølen *Merakers grønne skifer*, lersten, lersandsten således i Skårdalsporten, derimellem også mægtige konglomerater i Kjølhougene.

Vor inddeling bliver kun foreløbig, da etager adskilles ved deres plads og ved deres fossiler (pag. 87), og her fossiler kun kjendes sparsomt og fra enkelte pletter.

Fossiler er hidtil kun fremfundne i Meldalen, i Høilandet, i Guldalen, ved Nyhus syd for Hummelvigen. De er alle siluriske. De yngre etager findes ved Kalstad i Meldalen og på Høilandet længst nord, thi herfra haves halysites, pentamerus, spirifer. De midlere etager røbe sig over Høilandet; herfra trinukleus. Fossilerne sees i kalksten, lersten, sandsten, selv i konglomerat.

Af fossiler, som nævntes i Anden del, kjendes her: Af kefalopoder ortokeras pag. 153 af brachiopoder ortis pag. 160 strofomena, spirigerina, spirifer, pentamerus. Af gasteropoder pleurotomaria, murchisonia pag. 220. Af koraller cyatofyllum, favosites, halysites pag. 164. Af echinodermer krinoïde stilke pag. 163. Af krustaceer trinukleus (*W. Brøgger* trinukleus-sandsten).

c. Midt i feltet udbredes Gula-skiferne. Lerskifere, grå og sorte samt glimmersandsten, også kalksten sees ofte. Ved Støren kort øst for jernbanestationen kommer man fra de grønne lerstene, skifere og lersandstene i Støren-snævringen (vest for stationen) pludselig ind mellem grå glindsende lerskifer og sort skifer. Længer op i Guldalen ved Kjelden sees hvid glimmerholdig kvarts og mørk lerholdig kvarts i sammenstuvede lag med en fra lagningen forskjellig skifrighed — som så mangesteds i Norge.

Eruptiverne.

Granit i Vestranden. Trondhjems stift består tildels af grundfjeld, men for overveiende del af lange tog eller kjædeformede drag af granit. Grundfjeldets lag er grå gneis, hornblendeskifer og glimmerskifer o. fl. Strøget i grundfjeldet slutter sig til granitdragene omtrent i kystens hovedretning, faldet er snart udad mod kysten, snart indad mod landet ɔ: lagsystemet brydes og bølger.

Dette grundfjeld altså er ydermere fæstet ved granit i flere tog, dannende tilsammen ligesom mur mod havet, og den således byggede rand af Norge kunde kaldes *Vestranden*. Helt ud i yderste skjærgard står graniten.

Graniten er rød eller grå, hyppigst stribet og rød, i skjærgarden ovenfor Frøiøn ofte vakker porfyr-granit. Den sees fra Hevnefjordens indløb og dens forgreninger, Åsfjorden og Snildfjorden, langs kysten til Agdenes; i Vinjefjordens nordside med en 800 fod høi næsten lodret og glat væg (efter *K. Hauan*). Granitens hovedmasse, hvis indre grændselinie flere steds er iøinefaldende, splitter sig i fortsættelsen over Ertvågø, Stabben og Tusteren til flere arme; forbi Kristiansund bliver bergarten fast ukjendelig som granit. Tusterstabben er en 2000 fod

høi granitkolos. Stemshesten længer s.v. er gneis i flade lag. Også længer ud i øerne (Hitteren) splittes massen.

Ved Trondhjemsfjordens retvinklede bøining sees Ingedals granitfelt, som er opgået temmelig nøie, og består dels af skjøn kornet granit, dels af stribede mangeslags ændringer. Rødbergets røde granit er slutningen af dette granitfelt, på nordsiden af fjorden. På lignende vis forholder sig Vestrandens granitdrag. De kiles ud mod n.o. og s.v., mange steds løbe de parallele ved siden af hverandre.

Ligeoverfor Trondhjem sees Munken, som udgjør en del af et lidet granitfelt.

Ind imellem Vestrandens granitdrag presses også lange og smale kiler af de trondhjemske lerstene og skifere med ledsagende tildels mægtige marmorleier (Rissen og Surendalen).

Osmarkens granitkjæde sees fra Molde. Mellem de 2 langfjorde, Fanefjord og Langfjord, og de 2 tværfjorde, Sundals og Romsdals, løfter sig en udpræget granitkjæde med Skåla o. fl. høie fjeld i en række. Det gamle grundfjelds eller andre forvandlede lag mellem granitkjæden og Moldelandet er bøiet til et langt trug. I de linier som fortone sig i det uforglemmelige billede fra Fane-stranden (Molde) adskilles allerførst 3 rækker: forgrundens lave øer med gneisfjeldets trug, mellemgrundens kupler med granit, og i baggrunden alle alpetinderne i geled, som er Romsdalsgneisen.

Kjølens granit tilhører i mest udprægede kjædeform (se fig. 145) det nordenfjeldske. Graniten i Skarsfjeldene og Vigelen indtager en central beliggenhed eller som man siger i kjædens axe. Granit-opbrud længer syd (i det centrale Norge) langs østsiden af Engerdalen, ligeledes paa sidelinien langs østsiden af Storsjø-Rendalens spalte, optegne Kjølens og dens formurs linier.

Kjølens formur, gabbro og diorit m. m. Hyllingens, Melshognas, Rutens og Fongens *gabbro-felt* (påvist af *J. Hørbye)* slutter sig vest for Kjølen og strygende nord som en sidelinie til Kjølen. Gange af granit omsværme grændserne og gjennemskjære gabbroen.

Som Kjølens formur høiner sig gabbro-kjæden især tydelig i de nævnte fjeld mellem øvre Guldalen og Meraker. Længer nord er grønsten (diorit) ligeså hyppig. Hermans-nasen syd for Levanger-chausseen er pragtfuld grovkornig gabbro, og gabbro findes endnu i Sjækerdalen, men Fonfjeld og Kirkefjeld i Meraker, Hylfjeld o. fl. er diorit. Mod syd er Øiungens gabbro-felt (syd for Eidets hytte) og Hummelfjelds grønsten mærkepunkter med større felt og Hesteklettens (saussuritgabbro) ved Storvarts grube et mindre. Også amfibolit slutter sig til disse tog af eruptiver, ved Kongens grube, i Øifjeld og længst nord i Øidingfjeld.

Den ydre linie med gabbro og grønstene. Medens denne Kjølens nærmeste formur udpeger en indre linie, samles mange felt og kjædestykker ved og om Trondhjemsfjorden til en ydre: grønsten (diabas) mellem Ørkedalen og Guldalen med Iglfjeld og Gynildfjeld som mærkepunkter, videre Meldalens store grønsten- og gabbro-felt, som fortsættes i rækker over Høilandet, dernæst i Vasfjeldets kjæde (ved Trondhjem) med saussurit-gabbro. Disse er nogle af de større felt. Mindre er Byåsens grønsten ved Trondhjem, Strandbygdfjelds gabbro og grønsten, Forbordlandets, Ytterøens kuppe af saussuritgabbro o. fl.

Langt i nord optræder endnu Heimdalshaugens store felt af gabbro og grønsten, omgivet af protogin-granit.

Spredte felter af hvid granit og protogin-granit indtage store og smaa rum mellem Vestranden og Kjølen. De begynde på Dovre med Dovre-graniten mellem Jora (Dombås) og Jerkin, dernæst sees Opdals granit, som strækker sig til Indset og fortsættes med Kviknes, med Høi-Giens; videre følger Guldalens granit midt i Guldalen, også vakkert blottet ved Eidets hytte. I utallige gange sætter derhos denne hvide granit op gjennem Trondhjemsfeltets afdelinger. Derhos som protogin-granit sees små og store felt ved Trondhjem (Høvringen), i Munken, ved Værra-fjorden, i Lierne og Grong. Endelig som porfyrgranit det store felt mellem Namsens dal og Foldenfjord; dette slutter sig til Vestranden.

Udenfor paa Hitteren og Smølen optræder syenit og diorit foruden granit.

Mellem eruptiverne i Dovre må også særskilt nævnes granulit i Foldal og Røddalshøiden m. fl. st.

Således er denne del af det Nordenfjeldske gjennempløiet med eruptiver.

Olivinsten og *serpentin*. Rørosfeltets serpentin har længst været kjendt på grund af den ledsagende kromjernsten, som opdagedes af *I. Esmark*. De største felt er ved Røros og Lekø. Olivinstenen opdagedes først 1864, men siden hengik neppe noget år uden at flere kupper iagttoges såvel i det nordenfjeldske som i det centrale Norge. Især optræder olivinsten — dens ydre udseende er som serpentin-kuppernes pag. 70 — i Romsdals-gneisen, men den er ikke bundet til gneisen, den sætter også, om end i mere forvandlet dragt som serpentin op i Trondhjemsfeltet. Noglesteds ledsager den olivinrige gabbro'er som i Tron- og i Jotunfjeldene.

Der er især 4 linier med olivinstens- og serpentin-kupper på rad, de sidste længst øst i alle linier således:

1 Søkelven Glupen	Tolgen Røros Feragen
2 Hjørendfjord Sunelven Norddalen	
3 Volden Tafjord Lessøfjeldene	Snehætta Tønset
4 Almeklov Birkedals v. Hornindal	Lomsfjeldene Foldal Tron
olivinsten i grundfjeldet	serpentin i Trondhjemsfeltet.

Ved Foldalen bryder olivinserpentin derhos op i kvartsfjeldet. Den vakre anortit-olivinsten, brun og hvidflekket, bryder derhos langt nord ved Skuruvas-elv (Grøndalen, ved Tunsjø) op gjennem grønsten, og er selv gjennemskåret af hornblende-gabbro.

Eklogit. Denne vakre bergart staar i Romsdalshorns fod, peger derfra op mod den ubestigelige tindes cylinder, videre på øerne udenfor Ålesund, i Stordalen o. fl. st. også i det vestenfjeldske ved Sørdalgruben, på Holsenø o. s. v.

Omdannelser.

Det med eruptiver gjennempløiede Trondhjemsfelt viser i høi grad omdannelsernes styrke. Lagrækkerne optræde for største delen ikke i deres oprindelige dragt. Også her nordenfjelds kan nemlig nu, siden

fossiler er fundet, og siden enkelte nivåer, „horizonter" ved dem kan skilles, disse lagrækker følges ind mod eruptiverne, og forvandlingen granskes. Omdannelserne spores nordenfjelds i samme retning som ved de søndenfjeldske etager.

Kalkstene blev til marmor, sort lerskifer vise grafitskjæl, mørk kvarts blev til kiselskifer, grå glindsende lerskifer sees med indstrøede krystalpunkter, store lerskifertykkelser fyldes med staurolit, disten indfinder sig ved kvartsnyrer, kvartsblandede skifer optræde som kværnberg med staurolit og granat, andre skifere fyldes med hornblende, med strålsten, med klorit, med turmalin-bundter, sandstene sees spækkede med fine strålstens-nåle, andre blive flinthårde o. s. v. Dette er de første forvandlinger, glimmerskifer, hornblende-skifer, gneis lignende lag de videre gående.

I så høi grad indfinde sig disse forvandlinger, at vandreren skrider i store strækninger ved marmor, grafitskifer, grå glimmerskifer, kværnberg, strålstenskifer, kloritskifer, nålesandsten, glimmerlersten, hornblende-glimmerskifer.

Guldalens glimmerskifer, Sælbus kværnsten, Tydalens glimmerlersten, Stjørdalens nålesandsten er nogle af de mest iøinefaldende forvandlinger i lagrækkerne.

Ertser.

I Trondhjems stifts geologi (Nyt Mag. f. Naturv. 1871 og 1875) er forsøgt en udsigt over Trondhjemsfeltets lagrækker i den forholdsvis oprindelige tilstand og i deres forvandlede dragt, foreløbig bestemmelse om mægtighederne, hvilke synes meget store, samt over ertserne.

Terrasser, dalfyldning, lersletter, strandlinier.

Romsdalen, Sunddalen og Surendalen, Ørkedalen, Guldalen viser som næsten alle nordenfjeldske dale de før nævnte trin i dalfyldningen. Nederst i dalen mange og iøinefaldende trin, dernæst etsteds den sidste terrasse, som er mærket efter den høieste gamle havstand, og høiere op ingen terrasser, kun en uregelmæssig dalfyldning eller en i klippen sprengt rende.

Den åbent liggende terrasse er overalt vasdragets og havets forenede arbeide. Vasdraget slæbte sten, grus, sand og lerslam ned, og under havets flade bredtes dette materiale ud. Det trondhjemske skiferfelts mange lerskifere og kalksten gav ved ituslidning massen til de store lersletter i Ørkedalens, Guldalens, Stjørdalens og Værdalens nedre løb samt i Trondhjems omegn, hvor flere vasdrag tidligere mødtes. Den engang høiere havstand tillod, at (det ofte kalkholdige) ler og derefter sandudskylningen lagdes op til høie lermæler og sandmoer.

Den høieste terrasse ligger i Romsdal og Surendal henved 500′, i Sunddalen over 500′, i Ørkedalen, Guldalen, Værdalen, Vukudalen omkring 600 fod o. h.

Nedenfor det høieste trin findes marine skjæl hist og her i ler- og sandlagene, men også i hele skjælbanker og som det synes atter i 2 forskjellige høider. I hårde mergelknoller i leret fra Romsdalen fandt *M. Sars* arktiske skjæl og fiskeskeletter.

Store masser af torv er nedlagt tilsidst mangesteds på slettelandene; Heimdalsmyren ved Trondhjem er, som Jæderens og Listers torvmyrer i det søndenfjeldske, af de største og rigeste. Lige under torven findes flerested og indtil 400′ høit oppe kalkholdigt fint ler med små skjæl (yoldia o. fl.).

Prof. Mohn har påvist en mængde strandlinier, som mærke forskjellige gamle havstande langt nord; men også i den del af det nordenfjeldske, som vi her havde til betragtning, sees gamle strandlinier i høider svarende til de også ved terrasserne udtrykte forskjellige havstande, f. ex. fra Trondhjems gader oppe i fjeldet over Ilsvigen, ude i fjorden ved Lensvigen, fra Åndalsnes sees strandlinien på den anden side af Isfjorden (Romsdal), videre i Romsdalsfjorden, i Sunelvfjorden o. fl. st.

Kartet over istidsmærker.

Vi har ovenfor kastet et blik på isens udbredelse over landet, dens bevægelse ned igjennem dalene, hvis løb den fyldte, og over søerne, hvis dyb den beskyttede, videre de på isens ryg fremslæbte blokke, moræenerne ved isstrømmenes grændser — alle disse mærker fra istiden.

I det medfølgende kart er nogle af istidsmærkerne rundt om i den sydlige del af landet samlet. Så lidet som muligt af teori er her medtaget, for ikke atter at indkaste i geologien det som man ikke ved mellem det som man ved.

Kun skuringsstribernes retninger — de røde streger, dernæst de flyttede blokkes vandringsvei — de blå pile, endelig moræner og store stenstrøede felt, moræne lignende aur-ophobninger — de grønne pletter er her samlet.

Da de forsigtigste og omhyggeligste iagttagere har kunnet strides om skuringens retning hvorfra og hvorhen på ikke få steder især i de høie fjeldmarker, så er ikke hine første retninger udtrykte i kartet ved pile; pilen må nemlig angive hvorfra og hvorhen; men kun ved streger. Stregen er det som man ser. Kartet taber intet derved. Derimod er for blokke-bevægelsen brugt tegnet en pil, thi her kunde, forudsat at man kjender fjeldet, for hver enkelt blok bergarten udpeges: herfra må den være taget, og hid er blokken båret frem. Hver enkelt pil betyder altså her blokke, hvis vandrings vei kunde opspores.

Hvad moræner og aur-ophobninger angår, var det nærliggende at forsøge at samle disse mærker til rækker ud over landpladen. Heri er nogen teori vistnok indbragt, men da de først opdagede rækker foran de ved moræner afsperrede søer og småvand i linierne på begge sider ved Kristianiafjord tydeligt angav stadier, således som det vistes ved undersøgelsen 1858—1860 og følgende år, og da de samme rækker pege videre ud, så viser *punkteringen* egentlig kun den vei, man har at gå fra den ene dal eller fjeldmark, hvor moræner — *pletterne* — ligge, til den næste dal eller fjeldmark for der atter at finde dem. De grønne pletter er således de iagttagne steder, og de punkterede linier tilfølge heraf antyde det formodede stadium for is-udbredelsen. Heri ligger meget lidet af teori. Kartet er det første forsøg at samle hvad man ved.

Det sydlige Norges overflade.

Vi har også ovenfor seet, at fra England dypper den geologiske rækkefølge, dersteds næsten fuldstændig tilstede trin for trin, ned under Nordsøen. Fra Weserkjæden, hvor vi så jura, fra Harzranden, hvor vi så kridt, dypper rækken under lavlandet, i Danmark har man endnu i Jylland boret over 1200 fod dybt ned i kridt.

Også nord i Spitsbergen, Bären Eiland kommer rækken tilsyne, selv på Andø ifølge Tellef Dahlls undersøgelser med juralag, sandsten, brandskifer og kul, alt gjemt i den ældgamle fordybning under myren midt imellem granitfjeldene.

Ikke desto mindre dukker Skandinaviens halvø og Finland op med gammelt fjeld iblandet med en mængde eruptiver. Al hin række brydes ved halvøen, som omgiver sig med et dyb.

Da Rusland atter viser os en hel række af formationer og tilmed i uforstyrret stilling, med stedse yngre trin mod øst, de ældre i vest, indtil alt igjen også her brydes af Uralkjæden — den vi betragtede ovenfor: så danner altså Skandinaviens halvø et sidestykke til Ural — en oprevet del af den ældre jordskorpe med den dybe brudlinie ude ved kysten mod Nordsøn og Ishavet ved vestsiden, medens Ural har sin brud-side ved østsiden.

Idet vi (Anden del) gjennemgik nogle forskyvnings-linier og nogle fjeldkjæder, kom disses betydning for overfladens form vel til at fremskinne for os. Overfladens forhold, det første som geografien griber om, er det sidste, som den geologiske granskning kommer til, såsom overfladen er præget med al sammenføinings grændser først og med al omvæltnings spor dernæst i formationsperioderne.

Det står tilbage at samle i nogle få drag billedet af den overflade, ud over hvilken isen skred, med dens opskårne stykker ved fjord, sø og dal, dannende tilsammen med fjeldpartierne et vidunderligt mosaik.

Om læseren ser bort fra de røde streger, de blå pile og de grønne pletter og linier på medfølgende kart, er det øvrige et net af kysters, søers og vigtigste flodløbs linier, og i dette net kommer det væsentligste af det sydlige Norges overflade-billede tilskue.

Dette kart er istandbragt på den vis, at af den geografiske opmålings kart i en millionte-del er afkopieret disse vigtigste, og dette er på fotografisk vis reduceret til nærværende karts størrelse, for at få enhver udtrykfuld linie uforandret på sit sted. Efter fotografien er igjen den farvetrykte litografi udført.

Det samme kart altså kan tjene til at samle nogle i Norge meget fremtrædende linier i landpladens opskjæring ved fjord, sø og dal, idet man nemlig lægger et gjennemsigtigt papir over og optrækker de i det følgende nævnte systemer.

Det tilsyneladende virvar af fjorde, søer, store dalløb vil da ordnes. De dybe vestfjorde vil få en tilsvarende fjeldsø inde i det centrale Norge. Fra Stat til Brevig vil linier kunne følges. Fra Lindesnes til Molde vil gjennemskjæringer åbnes. Trondhjemsfjordens gab med vand indenfor rammen vil få tilsvarende udsnittede stykker, med vand udenfor som ramme, i øer og halvøer vestenfor o. s. v.

Det er disse linier, som må afgive et grundlag for synet på overfladens forhold, når man kommer her efter betragtningen af landets bygningsled tilsidst til de geografiske spørgsmål.

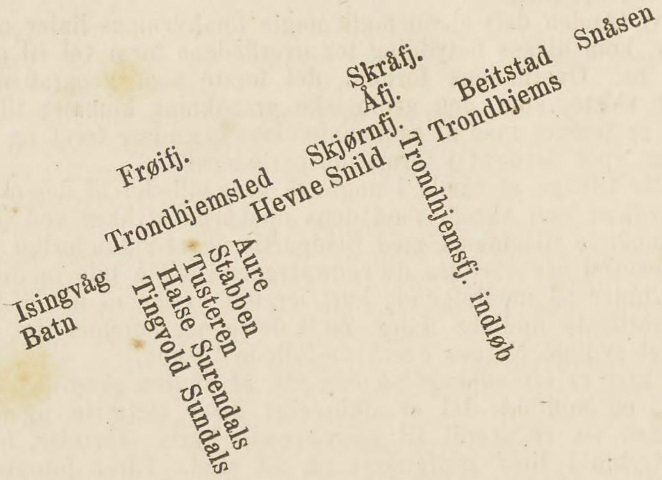
Det næste skridt i overflade-geologien er at tage de enkelte dale, søer og fjorde, murlinier m. m. med detaljkarterne, profilerne og bygningsledene for øie, for at gjøre sig anskueligt, hvorom egentlig spørgsmålet er, når svaret skulde gives, hvorledes alt dette ujævne er fremkommet.

Især iøinefaldende er landpladens opskårne natur i Vestranden, ikke mindre i Stavanger amt, også Nordfjordene er det værd at tage i foreløbig betragtning for at gjøre sig fortrolig med opskjæringen.

Dernæst kan man i kartet følge de linier, som gjennemskjære landet, og om blikket atter fæstes ved Bergensfjordene, sees, hvorledes de forskjellige systemer tegne fjordenes arme: Sognefjordens ydre arme nord- og sydløbende, Sognefjordens indre arme derimod i Brevig-Statlinien o. s. v.

Endelig kunde vi også udtage Telemarkens krydslinier til et exempel.

En nærmere udvikling af disse Norges geografiske ansigtstræk findes i Kristiania Videnskabsselskabs Forhandlinger f. 1876: Et stykke geografi i Norge.

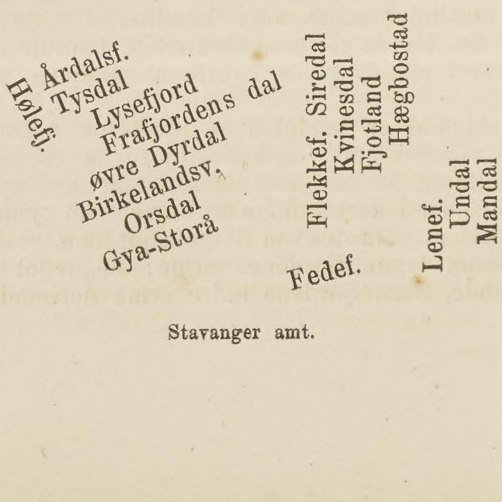


Vestranden.

Geirangerf. Lessjøv.
Nordfjord Eidsf. Horninv. Breiddalsv.
Ålfoten Nordfjord Stryenv. Rauddalsv. Otta. Vågev.

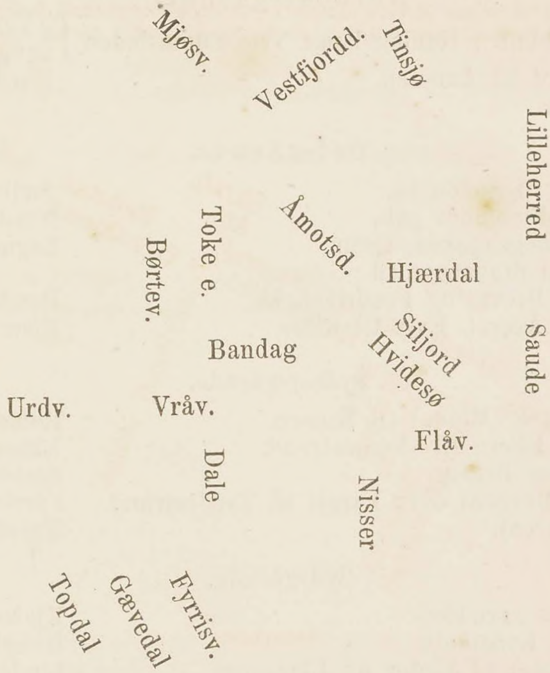
Ekefjord Jølster Gjendin
Førdef. Holsen tværspalter i Lyster Bygdin
Dalsf. Holmedal Viksv. Hafslo Tyens udløb
Sognefjord Årdal Utrov. Vangsmjøsen

Nordfjords og Sognefjords linierne.



Stavanger amt.

Telemarken.



Nes, langfjorde, åbne indsnit, søgab.

I det sydlige Norge *springe* følgende *punkter mærkeligt frem*: Stemshesten (ved Molde), Stat, Bremangerland, Stavenes, Skudesnes i vest, Lister og Lindesnes i syd, landstykket ved (Brevik) Helgeråen i sydost.

De længst skjærende med hav fyldte sprækker ere nord for Stat: de langsmed strygende afbrudte fjorde, og syd for Stat: Nordfjorden, Sognefjord, Hardangerfjord, Stavangerfjordenes inderste arme, endelig Kristianiafjord.

Store *åbne indsnit* findes derhos ved Ålesund i n.v., ved Skudesnes i vest, ved Brevik i sydost, ved Fredrikshald.

Store *udvidelser* eller *gab inde i fjordene eller søerne* findes i Trondhjemsfjord ved Trondhjem, i Romsdalsfjord ved Molde, i Hardangerfjord ved Vikør, ved Stavanger, videre i Kristianiafjord ved Holmestrand, endelig i Mjøsen, i Fæmun, i Tyrifjord.

Disse mærkepunkter forbindes — således som andetsteds udviklet — ved forskjellige tydeligt fremtrædende sæt af parallele linier. Når disse linier ere optrukne og øiet følger dem, vilde de samme linier, på forskjellig vis overskjærende landet, møde de vigtigste fjorde, fjordarme, søer, dalstrøg, dalkroge (vinkler) eller andre mærkesteder, ligetil dybe kløfter uden vandløb eller skard, som kjendes og omtales som mærkelige af de tidligste reisende, såsom de ovennævnte exempler Skårdalsporten, Jutulhugget.

Systemer af linier.

	Kort Navn.
Nordost-gående.	
Fra Kristianssund i retning langs Trondhjemsleden	Vestrandens længde-linier.
Hardangerfjord til Aursuen.	Hardanger-lin.
Arendalkysten.	
Øst-gående.	
Kristianssund til Sælbu sø.	Sælbu-linien.
Nordfjord til Fæmunds gab.	Nordfjord-linien.
Sognefjord, Vangsmjøsen, Osen.	Sognefjord-lin.
Fra Karmø og Stavanger til nord om Brevig og Fredrikshald.	Bandags-lin.
Over Siredal, Åseral, Evje til Risør	Risør-lin.
Sydost-gående.	
Fra Stemshesten (Molde) til Mjøsen.	Romsdals-lin.
Ålesund over Ekern til Holmestrand.	Ekern-linien.
Stat til nordom Brevig.	Stat-linien.
Fensfjorden (Bergen) over Fyrris til Tvedestrand.	Fyrris-lin.
Ryfylke (Jæderen).	Hølefjords-lin.
Syd-gående.	
Langs Fæmuns sørække.	Kjølens-lin.
Trondhjem til Kristiania.	Kristiania-lin.
Gjulsund (Molde) til Lister og Lindesnes.	Lindesnes-lin.
Ålesund til Stavanger.	Gandsfjord-lin.
Sulen-øernes sund.	Sulen-linien.

Kartet kan ikke skjule, hvorledes de største tværs gående forgreninger findes i de længst indskjærende fjorde der, hvor de 2 sidste grupper skjære de første: inderst i Nordfjord, Sognefjord, Hardangerfjord.

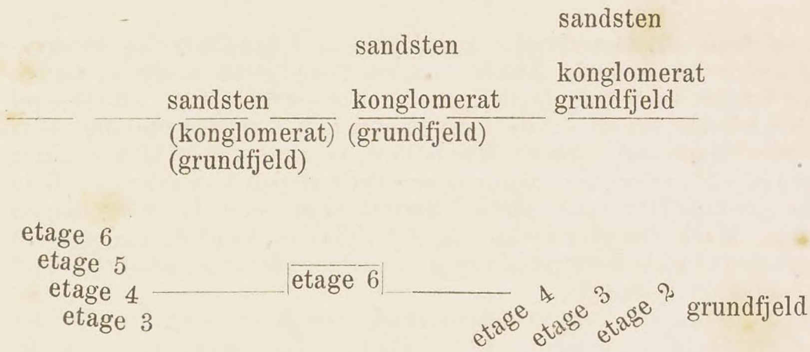
Når man med disse liniers løb sammenligner høideforholdene, hvorledes landhøiden falder af, hvilke øer der stikke op af fjordes afgrunde og af søers gab o. s. v., kan der ikke være tvivl om, at disse sæt med linier hænge sammen med brud og forskyvning på dislokationers vis (pag. 87. 179. 191).

At gjennemføre opsøgningen af det net af dislokationer, som ifølge ovenstående må formodes at gjennemskjære Norges landplade, bliver et arbeide, som først kan påbegyndes, efter at hovedledene i bygningen er såvidt granskede, at man har en bygnings orden at gå ud fra. Undersøgelsen måtte først rettes mod at finde de regelrette led og etager, og har hidtil kun leilighedsvis kunnet opholde sig ved bruddet mod ordenen, det vil sige dislokationen.

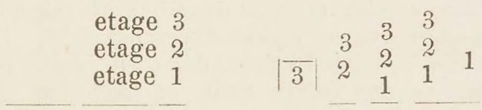
De første sådane blev forlængst påvist, i vertikal retning ved Ekern, og af Tellef Dahll både i vertikal og i horizontal retning ved Langesund og ved Porsgrund, nemlig efter at etagerne dersteds var faststillede. Dislokations-linien ved Ekern blev senere nøiere fulgt fra Vestfossen over Ekern til Skrim. Mange andre ere opsporede, men hidtil ikke fulgte, således at forholdene nu kan fremstilles.

Profiler over fjorde, søer og dale må, når de skal udtrykke bygningsledene, udføres i ikke ringe detalj. Hver enkelt vilde udfordre en fremstilling for sig. Men samles kan dog nogle af de almindeligste sig gjentagende forhold i ganske simple linier — her forsøges endog uden tegning. Vi benytte her vore tidligt indførte tal for etagerne. Tallene udtrykke bygningens led, således som de opførtes.

Landpladen falder således af i Nordfjord.



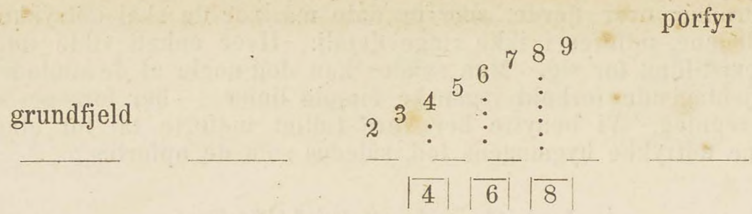
Helgøn i Mjøsens gab.



Stensholmen
midt i Mjøsens rende.

Konglomerat- og sandsten, som inde i landet ved Nordfjord ligger 2000′ høit oppe ovenpå sit grundlag, ligger udenfor i øerne så lavt, at det tilsidst dypper i havfladen med sit øverste. De glindsende skifers etage, som indenfor Søndhordland og Stavangerfjordene ligger indtil 4000′ høit oppe over sit grundlag, er udenfor i øerne kastet til samme stilling, til at dyppe i havfladen. Helgøn i Mjøsens gab rager op med den øverste der forhåndenværende etage, og i vest i Toten ligger den samme etage høiere. Lidt længer nord i Mjøsens rende ligger Stensholmen i vandskorpen med den øverste dersteds forhåndenværende etage, medens denne samme på begge Mjøs-sider stiger høit.

Endelig for at gjøre sig et gab som Tyrifjordens anskueligt, forestille man sig, at man står med blikket sigtende langs efter trinene af en bred trappe. Trinenes tal er etagerne. Trinene ligge skråt over hverandre, tilsidst kommer porfyrens mur. Foran i fortsættelse af disse trappe trin, er fjordens gab. Men foran op af søens vandflade dukker øer, og øens med trinnet 4 er just der hvor 4 peger fra høiden, øen med trinnet 6.7 der hvor trinnet 6.7 peger o. s. v. Man forestille sig altså disse øer i forgrunden, den store trappestige i baggrunden. Således sees Frognø, Svartøerne, Storø, Udø i Tyrifjord.



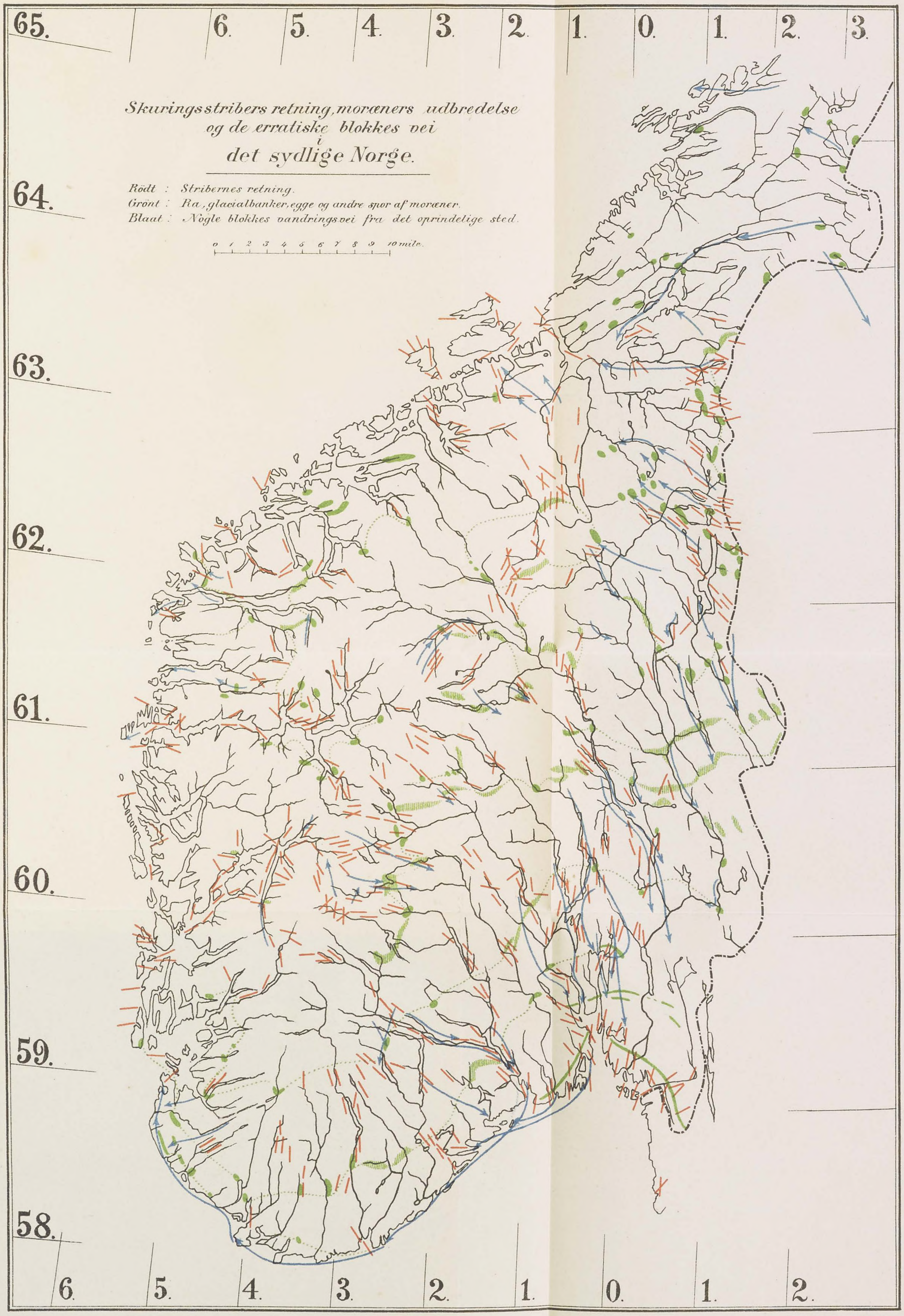
Øerne i Tyrifjordens gab.

Mange dale er uden tvivl i grund-anlægget brudlinier og forskyvninger, andre er revnede hvælv (antiklinaler), atter andre er endnu simplere bygget som trug (synklinaler). For også at tage et exempel fra dalene udenfor brudlinier og forskyvninger, kan vi betragte (fig. 291) snittet over Hadeland. Selve Randsfjordens kløft går dybt ned i det hårde grundfjeld, tværs mod denne hovedspalte stryge flere vel udprægede smådale gjennem Hadelands platå. Snittet viser disse der hvor etagen 6 angives. Hver dal er en skål, og selve dalens bund er det øverste af de dersteds forhåndenværende etager. Dalens årsag er altså optegnet af selve fjeldets bygning.

Når vi stille os Laugen-dalens rende ved Kongsberg for øie, har vi i den et lignende exempel. Det vidtløftige Kongsberg-fjeld med de urgamle lagrækker, hvilke kan følges fra næste nabo-dal i vest, Hitterdal, viser for første blik en samlet bredde med steilt dyppende lag, som kortblade på høikant. Men for nærmere granskning findes de linier, langs hvilke rækkerne vende: efter at man har overskredet dem i østligt fald, skrider man atter over et stykke i vestligt fald. Begynde vi vandringen med opstigning i selve Laugens dalrende, da er Storåsen — strax op fra Kongsberg — den første skål, og axelinien af skålen peger just som dalens rende. Denne er således her en synklinal, eller med andre ord dalen er bygget som et trug på dette sted.

Man skjærer sig let en model, idet man tager et stykke træ med tydelige væxtringe, og snitter modellen med en øvre top, således at skålen just der kommer tilsyne i væggen, medens det flade stykke i axelinien viser de bekjendte flammer, dem man ser på alle gulvbrædder (se det af H. Reusch udgivne tidsskrift Naturen n.—5 for 1878).

Hvad der i exemplet fig 291 volder størst vanskelighed at forklare er ikke dalens fremkomst, men hvorledes det manglende på platået er at forstå. Dog dette vilde føre os for langt fra vort øiemed at give kun et overblik af Norges fjeldbygning, således som alt foreligger tilskue.



L. Fehr's lith. Inst.